INSTANDSETZUNGSARBEITEN IN WIRKUNGSHERDEN



J. J. Kammerer
A. E. Charkewitsch

Instandsetzungsarbeiten in Wirkungsherden

Aufbau und Standhaftigkeit der städtischen kommunalen und Energieversorgungs-systeme – Instandsetzungsarbeiten an diesen Systemen nach Waffenwirkungen



Militärverlag
der Deutschen Demokratischen
Republik

Originaltitel:
Ю. Ю. Каммерер, А. Е. Харкевич
Аварийные работы в очагах поражения
(Устройство, устойчивость, аварийные работы на городских коммунально-энергетических системах

Übersetzer: Oberstleutnant der ZV Dipl.-Dolm. Klaus Münzer
Bearbeiter: Oberstleutnant der ZV Dipl.-Ing. Ing. Horst Balling
Oberstleutnant der ZV Dipl.-Dolm. Klaus Münzer

1. Auflage

Lizenz-Nr. 5
Printed in the German Democratic Republic
Lichtsatz: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig III/18/97
Druck und buchbinderische Verarbeitung: Grafische Werke Zwickau III/29/1
Lektor: Oberstleutnant Dipl.-Päd. Manfred Ritter
Typografie: Günter Molinski
Einband: Wolfgang Ritter
Zeichnungen: Uta Hunold
Redaktionsschluß: 15. 09. 1982
LSV: 0595
Bestellnummer: 746 520 0
DDR 9,80 M

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur DDR-Ausgabe

Die Beseitigung von Schäden und Havarien an den kommunalen und Energieversorgungsanlagen und -netzen stellt zuweilen selbst im Frieden eingespielte Reparaturbrigaden vor Probleme, die sich aus der Kompliziertheit der Systeme der technischen Infrastruktur unserer Städte ergeben. Darüber hinaus machen Hochwasser-, Sturm- und Frostschäden, die territorial begrenzt in größerer Anzahl auftreten und die Versorgung mit Wasser, Elektroenergie, Gas oder Wärme und Fernmeldeverbindungen unterbrechen, den zusätzlichen Einsatz von Instandsetzungskräften aus angrenzenden Netzbereichen erforderlich, um in kürzester Zeit wieder eine stabile Versorgung der Bevölkerung und der Betriebe der Volkswirtschaft zu sichern.
Um wieviel komplizierter die Lage nach dem Einsatz von Kernwaffen und modernen herkömmlichen Angriffsmitteln sein wird, zeigen die Autoren mit der Charakterisierung von Wirkungsherden. Es muß mit der gleichzeitigen Entstehung von zahlreichen Schäden an allen Systemen der technischen Infrastruktur, die die Arbeiten zur Rettung und Bergung der Menschen und materiellen Werte behindern oder gar unmöglich machen und zusätzliche Gefahren für die im Wirkungsherd befindlichen Menschen heraufbeschwören, zum Ausfall der Produktion in wichtigen Betrieben führen können und die Versorgung der Bevölkerung erheblich beeinträchtigen, gerechnet werden.
Obwohl in unserer sozialistischen Gesellschaft alles getan wird, um die Betriebssicherheit der verschiedenen Systeme sowohl bei der Errichtung neuer Anlagen und Netze als auch bei der Rekonstruktion von Leitungssystemen in Altbaugebieten zu erhöhen und damit eine stabile Versorgung mit dem lebensnotwendigen Wasser und den verschiedenen Energiearten zu sichern, sind bei Einwirkung der Vernichtungsfaktoren der modernen Waffen Schäden unausbleiblich.
Unter diesen Bedingungen wird es einerseits vom Können der Angehörigen der Rettungs-, Bergungs- und Instandsetzungsformationen der Zivilverteidigung abhängen, wie schnell im Wirkungsherd Wasser in ausreichender Menge für das Löschen der Brände, die medizinische Sicherstellung, die Spezialbehandlung oder die Trinkwasserversorgung der Einsatzkräfte und der Bevölkerung zur Verfügung steht und wann wichtige Betriebe wieder mit Wasser und Energie für die Wiederaufnahme der Produktion versorgt werden können. Andererseits werden dafür die Voraussetzungen, die bereits im Frieden für die Minderung der Schäden und die Bereitstellung entsprechender Technik und der benötigten Materialien geschaffen wurden, ausschlaggebend sein.
Die vorliegende Übersetzung wendet sich speziell an jene Kader in den staatlichen Organen, den Betrieben und den Lehreinrichtungen, die sich

mit Fragen der Projektierung, Errichtung und Sicherung eines zuverlässigen Betriebes der verschiedenen Versorgungs- und Abwassersysteme befassen und Maßnahmen zur Erhöhung der Standhaftigkeit der Systeme der technischen Infrastruktur durchzuführen bzw. vorzubereiten haben.
Mit der aus anderen Veröffentlichungen von J. J. Kammerer und A. E. Charkewitsch zu Fragen der Zivilverteidigung bekannten Sachkenntnis und Gründlichkeit vermitteln die Autoren Kenntnisse über den Aufbau, die Wirkungsweise und Möglichkeiten der Erhöhung der Standhaftigkeit der Versorgungs- und Entsorgungssysteme, beschreiben verschiedene Verfahren, einschließlich Behelfstechnologien, sowie Spezialkräfte und -mittel für die Behebung von Schäden in einem Wirkungsherd und geben Hinweise auf einzuhaltende Sicherheitsbestimmungen.
Behandelt werden auch einige Fragen der Organisation und Führung der Instandsetzungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd.
Abschließend vermitteln Rahmennormen einen Überblick über den Arbeitskräfte- und Zeitaufwand für einige Arten von Instandsetzungsarbeiten an den Anlagen und Netzen der städtischen Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft.
Die Art und Weise der Darlegung und die zahlreichen Abbildungen machen das Buch zu einem wertvollen Hilfsmittel für die Ausbildung der Bergungs- und Instandsetzungskräfte der Zivilverteidigung, die sich bereits bei der Bekämpfung der Folgen von schweren Havarien oder Katastrophen vor ähnliche Probleme gestellt sehen können. In der heutigen Zeit, wo beim Neubau und der Rekonstruktion von Anlagen der technischen Infrastruktur modernste Verfahren angewendet werden und ein hoher Automatisierungsgrad erreicht ist, treten einfachste Reparaturtechnologien immer mehr in den Hintergrund und geraten in Vergessenheit. Unter den Bedingungen großflächiger Zerstörungen muß so bald als möglich mit den zur Verfügung stehenden Kräften und Mitteln Hilfe geleistet werden.
Einfachste Methoden, wie sie im Buch enthalten sind, stehen dabei im Vordergrund. Zugleich dürfte dieses Buch auch bei einer großen Anzahl technisch interessierter Leser Anklang finden, da vergleichbare Fachliteratur in den Regalen unserer Buchhandlungen kaum zu finden ist.
Soweit erforderlich, wurden die in unserem Land geläufigen Begriffe eingesetzt. Eine völlige Übereinstimmung mit den bei uns geltenden Standards konnte aufgrund der Spezifik der Probleme nicht erreicht werden. Deshalb muß darauf hingewiesen werden, daß bei der Übernahme einzelner Reparaturtechnologien und Methoden für die Wiederingangsetzung von Versorgungssystemen die in der DDR geltenden Festlegungen zu beachten sind.
Trotz dieser Einschränkung ermöglicht die Herausgabe dieser Übersetzung die breite Nutzung der reichhaltigen Erfahrungen der sowjetischen Zivilverteidigung auf diesem Gebiet des Bevölkerungs- und Volkswirtschaftsschutzes, insbesondere für die Ausbildung der Einsatzkräfte der Zivilverteidigung.

Fischer
Generalmajor

Vorwort

Die Sowjetunion tritt entschlossen für ein Verbot der Kernwaffen, des verheerendsten Massenvernichtungsmittels, ein; die imperialistischen Staaten jedoch fahren fort, die Raketenkernwaffen zu vervollkommnen und anzuhäufen.
Die ungestüme Entwicklung der modernen Angriffs- und Vernichtungsmittel stellt die Zivilverteidigung vor eine Reihe aktueller komplizierter Aufgaben zum Schutz der Bevölkerung und zur Erhaltung des industriellen und ökonomischen Potentials des Landes.
Im Komplex der Maßnahmen der Zivilverteidigung nehmen die Fragen der Organisation und Führung der Arbeiten zur Rettung und Bergung der Bevölkerung, die sich in einem möglichen Wirkungsherd befindet, großen Raum ein. Eine wichtige Rolle werden dabei die Havarieinstandsetzungsarbeiten[1] spielen. Ihre Kompliziertheit und Vielfalt werden von der Spezifik der Städteplanung und -bebauung, von den Besonderheiten der Entwicklung der kommunalen Netze und der Energieversorgungssysteme in den Städten sowie von jener Lage bestimmt, in der diese Arbeiten ausgeführt werden müssen.
Die modernen Versorgungssysteme in den Städten, Betrieben und anderen Objekten sind kompliziert und verzweigt. Sie schließen zahlreiche Rohrleitungen der städtischen und Industriewasserversorgung, der Kanalisation, der Gasnetze und der Wärmeversorgung, Stromversorgungs- und andere Leitungen sowie verschiedene Gebäude und Anlagen ein.
Zur erfolgreichen Ausführung der Instandsetzungsarbeiten nach Waffenwirkungen sind eine frühzeitige ingenieurtechnische Vorbereitung der kommunalen und Energieversorgungsnetze der Städte und Objekte, die Erhöhung ihrer Standhaftigkeit sowie die Vorbereitung zweckmäßiger und schneller Lösungen für die Organisation und Führung dieser Arbeiten erforderlich. Letzteres wird durch die Ausbildung der Angehörigen der Formationen der Zivilverteidigung und der Bevölkerung zu sachkundigen Handlungen unter den komplizierten Bedingungen eines Kernwaffenwirkungsherdes erreicht.
In diesem Buch wird eine allgemeine Vorstellung über die kommunalen und Energieversorgungssysteme, über die Standhaftigkeit der Systeme, die typischsten Arten ihrer möglichen Zerstörung durch moderne Waffen und über die Methoden zur Ausführung der unaufschiebbaren und einiger nachfolgender Instandsetzungsarbeiten gegeben.
Es werden die Wirkungen behandelt, die nicht nur durch Kernwaffen, sondern auch durch herkömmliche Mittel hervorgerufen werden können.
Bei der Charakterisierung der Auswirkungen der Wirkungsfaktoren der modernen Vernichtungsmittel auf die Anlagen und Netze der kommunalen und Energieversorgung wurden Angaben aus dem Buch «Die Wirkung der Kernwaffen» (Übersetzung aus dem Englischen), Voenizdat, 1969, sowie einige Materialien über Erfahrungen aus dem Großen Vaterländischen Krieg verwendet.

1 Im weiteren werden die Havarieinstandsetzungsarbeiten nur als «Instandsetzungsarbeiten» bezeichnet (Anm. d. Übers.).

1. Rettungs-, Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten in Wirkungsherden

Die modernen Massenvernichtungsmittel des Gegners, die für Schläge gegen Industriebetriebe und Städte eingesetzt werden sollen, schließen neben den Kernwaffen auch die herkömmlichen Mittel ein, welche im zweiten Weltkrieg umfangreich zum Einsatz gelangt sind, wie modernisierte Spreng- und Brandbomben.
Die Charakteristik der Wirkungsfaktoren sowohl der Kernwaffendetonation als auch der Spreng- und Brandbomben ist ausreichend detailliert in der Literatur dargelegt. Deshalb wird im vorliegenden Buch nur eine kurze Beschreibung der Besonderheiten der Wirkung der Druckwelle auf die Anlagen und Netze städtischer kommunaler und Energieversorgungssysteme sowie der allgemeinen Lage, in der die Formationen handeln werden, gegeben.

1.1. Charakteristik eines Kernwaffenwirkungsherdes

Als Kernwaffenwirkungsherd wird das Territorium bezeichnet, das den Sofortwirkungen einer Kernwaffendetonation ausgesetzt war. Als Grenze des Kernwaffenwirkungsherdes gilt der Radius, hinter dem lediglich geringfügige Schäden an Gebäuden und Brände entstehen. Solche Schäden sind möglich bei einem Überdruck in der Druckwellenfront von $\geqq$ 10 kPa (0,1 kp/cm^2).
Der Einsatz von Kernwaffen kann zu Massenzerstörungen und Beschädigungen von Gebäuden und Anlagen auf großen Flächen, darunter auch von Anlagen und Netzen der städtischen kommunalen und Energieversorgungssysteme, sowie zu einer Aktivierung beträchtlicher Territorien führen.
Die Zerstörungen, Brände und Verluste unter der Bevölkerung werden von den Wirkungsfaktoren einer Kernwaffendetonation, der Druckwelle, der Lichtstrahlung, der Sofortkernstrahlung und der Aktivierung des Geländes (Restkernstrahlung), verursacht.
Die **Druckwelle** entsteht bei der Detonation infolge der augenblicklichen Kompression der umgebenden Luft, die sich mit Überschallgeschwindigkeit vom Detonationszentrum nach allen Seiten ausbreitet. Der Hauptparameter der Druckwelle, der ihre zerstörende Wirkung kennzeichnet, ist die Größe des maximalen Überdrucks.
Die Ausmaße der von der Druckwelle angerichteten Zerstörungen hängen von der Detonationsstärke (dem Trotyläquivalent) der Kernwaffe, der Entfernung des Objektes vom Detonationszentrum, dem Charakter und der Festigkeit der Anlagen, dem Geländerelief und einer Reihe weiterer Bedingungen ab.

Die zerstörende Wirkung der Druckwelle wird nach der Größe des Überdruckes (in kPa)[1] beurteilt.
Die Zerstörungen an Gebäuden und Anlagen werden in vollständige, starke, mittlere und schwache Zerstörungen und in Schäden eingeteilt.
Die *vollständige Zerstörung* ist durch die Zerstörung bzw. starke Deformation aller tragenden Konstruktionen und Elemente des Bauwerkes und eine durchgehende Verschüttung gekennzeichnet. Der Keller eines Gebäudes kann bedeutend weniger zerstört sein als der oberirdische Teil.
Bei *starken Zerstörungen* wird ein Großteil der tragenden Konstruktionen deformiert. Jedoch können die stabilsten Elemente des Bauwerkes, die Skelette, Aussteifungskerne und teilweise die Wände und Decken der unteren Geschosse, erhalten bleiben. Es entsteht eine teilweise Verschüttung. Eine Wiederherstellung unter Verwendung der erhaltengebliebenen Teile und Konstruktionselemente ist möglich.
Als *mittlere Zerstörung* wird die angesehen, bei der ein Großteil der tragenden Konstruktionen erhalten bleibt und nur teilweise deformiert wird. Erhalten bleiben kann auch ein Teil der Umfassungswände, jedoch können dabei zweitrangige und nichttragende Konstruktionen vollständig zerstört sein. Das Bauwerk fällt für eine längere Zeit aus, kann jedoch wiederhergestellt werden.
Bei *schwachen Zerstörungen* werden Zwischenwände, Dächer, Türen, leichte Anbauten u. a. beschädigt und teilweise zerstört. Die tragenden Hauptkonstruktionen bleiben erhalten. Zur vollständigen Wiederherstellung ist eine Hauptinstandsetzung erforderlich.
Schäden werden durch eine Beschädigung der schwächsten Gebäudeelemente, wie Gesimse, Zwischenwände, Türen und Teile der Dachdeckung, durch die Zerstörung der Fensterverglasung usw. gekennzeichnet. Zur vollständigen Wiederherstellung ist eine laufende Instandsetzung erforderlich.
Eine Besonderheit der Druckwelle einer Kernwaffendetonation ist die relativ lange Dauer ihrer Wirkung, die bei großkalibrigen Kernwaffen mehrere Sekunden erreicht. Dadurch kann die Druckwelle durch Fensteröffnungen, Belüftungskanäle und andere Öffnungen in das Innere von festen Bauwerken einströmen. Beim Einströmen der Druckwelle in das Innere von Räumen kann der Druck darin jäh ansteigen. Das kann zu verschiedenartigen Zerstörungen führen.
Eine weitere Besonderheit der Druckwelle ist der Unterdruck, der gleich nach den hohen Drücken entsteht. Er vergrößert die Wirkung des direkten Stoßes und ruft eine Reihe spezifischer Erscheinungen hervor. Der Grad des Unterdruckes, das heißt die Verringerung des Druckes unter den atmosphärischen, übersteigt 30 kPa (0,3 kp/cm^2) nicht und klingt schnell mit der Entfernung vom Detonationszentrum und mit dem Druckabfall in der Druckwellenfront ab. Jedoch übersteigt die Dauer der Unterdruckphase die Zeit der Kompressionsphase. In der Überdruckphase bewegt sich die in die Bewegung der Druckwelle einbezogene Luftmasse vom

1 10 kPa ≈ 0,1 kp/cm^2.

Detonationszentrum weg, während sie sich in der Unterdruckphase zum Detonationszentrum hin bewegt.
Während des Auftretens der Druckwelle wirkt auf das Bauwerk eine allseitige Kompression. In der Unterdruckphase wirken auf das Bauwerk ebenfalls Belastungen, sie sind jedoch bedeutend schwächer und wirken in der entgegengesetzten Richtung (es entsteht der sogenannte Absaugeffekt).
Infolge der intensiven **Lichtstrahlung** und sogenannter sekundärer Ursachen kommt es in einem Kernwaffenwirkungsherd zu zahlreichen Entstehungsbränden, die schnell in Brände übergehen. Die größte Anzahl von Bränden ist an den Stellen der mittleren und schwachen Zerstörungen oberirdischer Gebäude zu erwarten. Hier wird die günstigste Situation für die Entstehung und Ausbreitung des Feuers geschaffen (brennbare Konstruktionen sind freigelegt, die Elektroinstallation und das Gasnetz sind beschädigt).
Die Brandherde, die infolge der Zerstörung oder Beschädigung der Gasleitungen oder anderer Ursachen entstanden sind, begünstigen die Vereinigung der zahlreichen Entstehungsbrände zu Flächenbränden, die sich bei dichter Bebauung zu einem Feuersturm ausweiten können.
Bei Großbränden wird der Luft der Sauerstoff entzogen, und sie wird mit Kohlenmonoxid angereichert. Bei einer Kohlenmonoxidkonzentration von etwa 0,1 % verschlechtert sich das Befinden des Menschen, Übelkeit und Kopfschmerzen sind möglich; bei einer Konzentration von 0,5 % kann nach 20 bis 30 min der Tod eintreten.
Der Kohlenmonoxidgehalt bewegt sich während eines Brandes im Bereich von
0,04 bis 0,65 % in Kellerräumen,
0,01 bis 0,4 % in den oberirdischen Geschossen der Gebäude und
0,01 bis 0,2 % in Bodenräumen, Erdgeschossen und Dachgeschossen.
Die Temperatur steigt im Brandherd in einzelnen Fällen bis auf 1 200 °C an.
Die **Sofortkernstrahlung** stellt den Strom der Gammastrahlen und Neutronen dar, die sich bei der Kernwaffendetonation infolge der nuklearen Reaktion und des radioaktiven Zerfalls der Spaltprodukte bilden. Die Neutronenstrahlung wird in der Periode der Entwicklung der nuklearen Reaktion ausgesandt, und ihre Wirkungszeit beträgt Bruchteile einer Sekunde.
Die Gammastrahlung wirkt im Verlaufe der gesamten Leuchtzeit des Feuerballs, wobei der Feuerball etwa 15 s nach der Detonation in eine solche Höhe gestiegen sein kann, bei der die Strahlung praktisch vollständig von der Luft absorbiert wird.
Die Sofortkernstrahlung wirkt auf Stoffe und elektrische Anlagen. Dabei kommt es zu zeitweiligen (reversiblen) und bleibenden (irreversiblen) Veränderungen der elektrischen Parameter. Es verschlechtern sich die dielektrischen Eigenschaften von Isolationsmaterialien, und es entstehen Kriechströme. Einige Polymere (Gummi) erhärten oder werden, je nach Charakter der Kernstrahlung, weicher.
Ein ernsthafter Wirkungsfaktor der Kernwaffen ist die **Aktivierung des**

Geländes in der Spur der radioaktiven Wolke, die sich bei einer Erddetonation bildet.
Mit dem Abzug der radioaktiven Wolke und dem Ausfall der radioaktiven Teilchen vergrößert sich das aktivierte Territorium allmählich. In der Ebene hat die Spur in der Regel die Form einer Ellipse, deren große Achse als «Achse der Spur» bezeichnet wird. Die Ausmaße der radioaktiven Spur hängen im wesentlichen von der Art der Detonation (Erd-, Luftdetonation), der Detonationsstärke der Kernwaffe und der Windgeschwindigkeit ab. Die Dosisleistungen in der radioaktiven Spur sind ungefähr umgekehrt proportional der seit dem Zeitpunkt der Detonation vergangenen Zeit und verringern sich auf ein Zehntel bei siebenfacher Vergrößerung der Zeit. Wenn zum Beispiel 1 h nach der Detonation ein Geländeabschnitt mit einer Dosisleistung von 100 R/h aktiviert worden ist, dann sinkt nach 7 h die Dosisleistung in diesem Abschnitt auf 10 R/h ab. Die Zeit, in der die Gefahr der Kernstrahlungsbelastung bestehen wird, kann von einigen Stunden bis zu mehreren Wochen und sogar Monaten betragen. Das hängt von der Stärke der Aktivierung und von der Halbwertzeit der radioaktiven Stoffe ab.
Durch radioaktive Stoffe wird auch Wasser aktiviert. Die stärkste und gefährlichste Aktivierung entsteht beim Ausfall der radioaktiven Stoffe aus der Detonationswolke auf offene Gewässer, Flüsse und andere ungeschützte Quellen der Wasserversorgung. Der Genuß dieses Wassers kann zur Strahlenkrankheit führen.
Der Grad der Aktivierung von Luft und Wasser wird nach der Anzahl der Zerfälle je Volumeneinheit in 1 s oder Curie (Maßeinheit der Aktivität eines Stoffes, die 37 Mrd. Zerfällen in 1 s entspricht) beurteilt.
Ausländische Militärs sehen als Wirkungsfaktor der Kernwaffen für elektrische und elektronische Geräte auch den bei der Detonation entstehenden **elektromagnetischen Impuls** an. Die Wirkung des elektromagnetischen Impulses gleicht der Wirkung eines Blitzes. Der Impuls kann elektrische Ströme in Strom- und Fernmeldefreileitungen und -kabeln sowie in Antennen erregen. Es kann zum Schmelzen von Drähten, Durchschlagen der Isolation, Verschmoren der Schaltungen usw. kommen.
Der Charakter der Zerstörungen, der Umfang der Rettungs- und Bergungsarbeiten und die Bedingungen für deren Durchführung in einem Kernwaffenwirkungsherd hängen von der Stärke der Druckwelle ab. Je nach dem Charakter der Aufgaben, die in einem Kernwaffenwirkungsherd gelöst werden müssen, wird seine gesamte Fläche in vier Zonen eingeteilt: in die Zone der vollständigen, der starken, der mittleren und der schwachen Zerstörungen.
In der *Zone der vollständigen Zerstörungen* werden die oberirdischen Anlagen der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft vollständig zerstört; in Städten mit dichter Bebauung und schmalen Straßen bilden sich durchgehende Verschüttungen. Es müssen Durchfahrten freigeräumt oder die Verschüttung eingeebnet und der Verkehr auf der Oberfläche der Verschüttung organisiert werden. Schutzräume, die sich in der Nähe der äußeren Grenze befinden, bleiben erhalten, aber sie können je nach

dem Schutzgrad bestimmte Beschädigungen aufweisen; die Eingänge und Luftansaugschächte können verschüttet sein.
Die unterirdischen kommunalen Netze werden teilweise oder vollständig zerstört, aber sie können zum Teil auch nur beschädigt werden. Die Rohrleitungen sind die standhaftesten Elemente der Netze, bedeutend anfälliger sind Kontrollschächte, unterirdische Behälter u. a. m. Verkehrsbauten (Brücken, Unter- und Überführungen) werden zerstört oder mehr oder weniger stark beschädigt. Der Charakter der Beschädigungen hängt von der Widerstandsfähigkeit der Konstruktionen und von der Ausbreitungsrichtung der Druckwelle ab (die gefährlichste Richtung ist senkrecht zur Brückenachse). Strom- und Fernmeldefreileitungen werden vollständig zerstört. In der Verschüttung liegen Holz- und Steinkonstruktionen durcheinander, wodurch es zu einer starken Rauchentwicklung und zum Glimmen kommt. Große Brände sind wenig wahrscheinlich.
Bei einer Erddetonation entsteht in der unmittelbaren Nähe des Trichters und entlang der Achse der radioaktiven Spur ein hoher Grad der Aktivierung.
Die *Zone der starken Zerstörungen* ist durch vollständige und starke Zerstörungen der Industrie- und zivilen Gebäude sowie der oberirdischen Anlagen der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft gekennzeichnet. Die Verschüttungen werden nicht durchgehend sein, aber eine Durchfahrt ist sicherlich nur auf breiten Straßen möglich. Die Schutzräume bleiben erhalten, die Eingänge und Luftansaugschächte können jedoch verschüttet sein.
Die Netze der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft bleiben in der Regel erhalten, Kontrollschächte und über Brücken verlaufende Rohrleitungsabschnitte können beschädigt sein. Metall- und Stahlbetonbrücken, -unterführungen und -überführungen tragen schwache und mittlere Zerstörungen davon. Stark- und Schwachstromfreileitungen werden vollständig zerstört oder stark beschädigt. In der Zone entstehen Massenbrände.
In der *Zone der mittleren Zerstörungen* kommt es zu mittleren und schwachen Zerstörungen ziviler Gebäude und Anlagen; starke und mittlere Zerstörungen können einzelne mehrgeschossige Gebäude der Energieversorgungssysteme (Wärmekraftwerke, Verteilereinrichtungen u. a.) davontragen.
Schutzräume und unterirdische Leitungen der kommunalen und Energieversorgungssysteme bleiben erhalten, Freileitungen tragen schwache und mittlere Zerstörungen davon. Es entstehen Brände, die schnell in Flächenbrände (durchgehende Brände) hinüberwachsen können.
In der *Zone der schwachen Zerstörungen* werden auf dem Territorium des Wirkungsherdes die schwächsten Teile der Gebäude, wie die Dachdekkung, Oberlichter in den Werkhallen, Fensterflügel und Innenzwischenwände, zerstört oder beschädigt. Beschädigt, und sogar erheblich beschädigt werden können mehrgeschossige Gebäude von Wärmekraftwerken und Wohnhäusern, deren Fassaden der Druckwelle ausgesetzt sind. Holzhäuser werden größtenteils vollständig zerstört; die Fen-

sterscheiben aller Gebäude und Bauwerke werden durchgängig herausgedrückt.
In einer Zone mit mehrgeschossiger Bebauung entstehen überwiegend örtliche Verschüttungen und, hauptsächlich durch sekundäre Wirkungen, zahlreiche Entstehungsbrandherde. Die Einzelbrände können sich zu Flächenbränden ausweiten und unter bestimmten Bedingungen in einen Feuersturm hinüberwachsen.
Schwache und mittlere Beschädigungen tragen Strom- und Fernmeldefreileitungen, Freiluftumspannwerke und Verteilereinrichtungen davon.
Der Anteil der Wirkungszonen an der Gesamtfläche des Wirkungsherdes beträgt für die Zone der vollständigen Zerstörungen ungefähr 15%, der starken Zerstörungen 10%, der mittleren Zerstörungen 15% und der schwachen Zerstörungen 60%.
Die Brandlage in einem Kernwaffenwirkungsherd muß gesondert betrachtet werden. Sie wird zweifellos in erheblichem Maße die Zeiten, den Umfang, den Charakter sowie die Art und Weise der Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten bestimmen.
Abhängig vom Charakter der Brände können in einem Kernwaffenwirkungsherd drei Zonen unterschieden werden: die Zone der Brände in Verschüttungen, die Zone der Flächenbrände und die Zone der Einzelbrände.
Die *Zone der Brände in Verschüttungen* ist charakteristisch für den mittleren Teil des Wirkungsherdes, das heißt dort, wo die oberirdischen Gebäude und Anlagen größtenteils zerstört sind und brennbare und nichtbrennbare Materialien durcheinander liegen. Es ist eine starke Rauchentwicklung zu verzeichnen. Der Brand kann bei einer Bebauung mit feuerfesten Gebäuden mehrere Tage andauern, jedoch bei einer dichten Bebauung mit Holzhäusern sehr schnell verlaufen.
Die *Zone der Flächenbrände* ist im wesentlichen die Zone der schwachen, mittleren und teilweise der starken Zerstörungen. Hier kommt es zu zahlreichen Entstehungsbränden, die sich leicht zu Flächenbränden entwickeln. In diesen Abschnitten ist ein Arbeiten der Formationen ohne Lokalisierung und Löschen der Brände unmöglich.
Unter bestimmten Bedingungen ist bei einer dichten Bebauung mit Gebäuden mit geringerem Feuerwiderstand die Entstehung von Feuerstürmen möglich. In Hiroshima entstand der Feuersturm zum Beispiel 30 bis 40 min nach der Detonation und war dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb weniger Stunden alles Brennbare verbrannte. Dazu kommt es infolge des Zustromes beträchtlicher Luftmassen in die Feuerzone mit hoher Geschwindigkeit (50 bis 65 km/h). Dies verhindert gleichzeitig die Ausbreitung des Feuersturmes auf dem Territorium des Wirkungsherdes.
In modern bebauten Stadtbezirken mit neuen Gebäuden, die einen höheren Feuerwiderstand besitzen, ist bei einer Bebauungsdichte unter 30% die Entstehung von Feuerstürmen praktisch ausgeschlossen.
Die *Zone der Einzelbrände* ist von der Fläche her die größte Zone an der Peripherie des Wirkungsherdes.

Hier kommt es zu Entstehungsbränden und Bränden in einzelnen Gebäuden und Anlagen, vorwiegend durch die Wirkung der Lichtstrahlung. Sie können schnell bekämpft werden, wenn die Brandschutzkräfte und -mittel an Ort und Stelle bereit sind.

Die Ausmaße und der Charakter eines Kernwaffenwirkungsherdes in einer Stadt werden von der Detonationsstärke der Kernwaffen, dem Ort und der Art der Detonation (Erd- oder Luftdetonation), vom System der Bebauung der Stadt und von den konstruktiven Besonderheiten der Gebäude abhängen.

In Ortschaften, die eine längliche Form besitzen oder aus mehreren voneinander entfernt liegenden Massiven bestehen, werden die Zerstörungen und Verluste geringer sein als in einer Stadt mit kompakter Bebauung. In hügeligem Gelände werden die Stadtteile, die in bezug auf das Detonationszentrum auf den Hinterhängen von Höhenzügen liegen, weniger in Mitleidenschaft gezogen.

Die Gebäude und Anlagen der meisten Industriebetriebe, ausgenommen auf beträchtlichen Territorien untergebrachte große Werke, werden sich fast immer in einer Zone mit gleich großem Druck befinden. Deshalb werden der Charakter und der Umfang der Zerstörungen auf der Fläche eines Betriebes vom Charakter und den konstruktiven Besonderheiten der Gebäude und Anlagen selbst abhängen.

Die größte Gefahr stellen Produktionsanlagen dar, in denen feuergefährliche und explosive Produkte sowie chemische Stoffe verarbeitet bzw. erzeugt werden. Hier gibt es in der Regel viel leichtzerstörbare oberirdische Rohrleitungen und oberirdische Reservoire mit brennbaren Flüssigkeiten und Gasen, darunter Hochdruckbehälter.

Dadurch können sich in einer Stadt mehrere großflächige sekundäre Wirkungsherde mit zerstörten Gebäuden, Anlagen und Netzen der Kommunalwirtschaft bilden und Massenbrände entstehen. Tiefer liegende Stellen des Territoriums können durch Wasser aus beschädigten Wasserleitungen überflutet werden.

In verschütteten Schutzräumen sowie zerstörten und halbzerstörten Gebäuden können sich Menschen befinden. Um sie zu retten, ihnen Erste Hilfe zu leisten und sie abzutransportieren, muß in kürzester Zeit und unter äußerst schwierigen Bedingungen ein gewaltiger Umfang an Rettungs- und Bergungsarbeiten bewältigt werden. Einen bedeutenden Platz werden dabei die komplizierten und arbeitsintensiven Arbeiten zur Lokalisierung von Havarien an den Netzen und Anlagen der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft einnehmen, wozu ausgebildete Formationen und vorbereitete Einrichtungen und Ausrüstungen erforderlich sind.

Die Zerstörungen in einem Kernwaffenwirkungsherd werden in diesem oder jenem Umfang alle Zweige der Stadtwirtschaft in Mitleidenschaft ziehen, die Industrie, die Energiewirtschaft, das Fernmeldewesen, das Verkehrswesen und die Kommunalwirtschaft. Deshalb werden an den Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten unausweichlich die Spezialdienste und -formationen der Zivilverteidigung teilnehmen müssen, die auf der Basis jener Bau- und Montagebetriebe,

Betriebseinrichtungen, Instandsetzungsbetriebe und anderer Organisationsformen geschaffen werden, die im Frieden die Entwicklung und Lebensfähigkeit der Stadt sowie die Arbeit der Industrie, der Energiewirtschaft, des Verkehrswesens und des Fernmeldewesens sicherstellen.
Die Vielfalt und die Kompliziertheit der Stadtwirtschaft erfordern ein besonders enges, frühzeitig organisiertes Zusammenwirken aller Dienste der Zivilverteidigung, der Formationen und Einheiten bei ihrer Arbeit in einem Kernwaffenwirkungsherd.
Frühzeitige Maßnahmen zur Erhöhung der Standhaftigkeit und Lebensdauer der Systeme der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft ermöglichen es, den Umfang der Zerstörungen zu verringern und günstigere Bedingungen für die Rettungs- und Bergungsarbeiten zu schaffen.

1.2. Charakteristik eines Wirkungsherdes konventioneller Abwurfmittel

Neben der Vervollkommnung der Kernwaffen wird in den imperialistischen Ländern der Entwicklung der Luftwaffe und der Fliegermunition mit herkömmlicher Ladung sowie der Artillerie und Artilleriemunition, darunter auch der reaktiven Geschosse, große Beachtung geschenkt.
Infolge des Einsatzes dieser Mittel gegen Städte, Ortschaften und Industrieobjekte kann ein Wirkungsherd entstehen, der durch Zerstörung oberirdischer Gebäude und Anlagen unterschiedlichen Grades, die Bildung von Massenbrandherden, Verschüttungen von Straßenabschnitten und Durchfahrten sowie durch Zerstörungen und Beschädigungen des unterirdischen städtischen Versorgungsnetzes gekennzeichnet ist.
Sprengbomben werden in der Regel gemeinsam mit Brandbomben eingesetzt. Erstere zerstören Gebäude und Anlagen, letztere weiten die durch die Detonation der Sprengbomben entstandenen Brände aus und verursachen neue Entstehungsbrände.
Im Unterschied zu einem Kernwaffenwirkungsherd besitzt ein durch Spreng- und Brandmittel hervorgerufener Wirkungsherd einige Besonderheiten. Massenzerstörungen entstehen nicht sofort, sondern im Verlaufe einer längeren Zeit. Außerdem fehlt die Aktivierung. Mit anderen Worten, bei aller Schwere des Herdes werden die Schädigungen keinen so allumfassenden Charakter tragen und die Zerstörungen keine so großen Ausmaße annehmen wie bei einem Kernwaffenüberfall. Das ermöglicht es in gewissem Grade, schneller Havarien zu lokalisieren und die dringendsten Instandsetzungsarbeiten auszuführen.
Umfang und Charakter der Zerstörungen werden in erster Linie vom Kaliber der Munition und von der Massiertheit ihres Einsatzes abhängen. Dabei können einzelne Knoten und Elemente der städtischen kommunalen und Energieversorgungssysteme zerstört werden, aber die Systeme selbst, die auf dezentralisierten Versorgungsquellen basieren und mit Ringleitungen angelegt sind, werden standhafter sein.
Bei einem Volltreffer auf ein Gebäude kann die Fliegerbombe in das

Innere des Gebäudes eindringen und in einem der oberirdischen Geschosse bzw. im Kellerteil des Gebäudes detonieren. Infolge der lokalen Wirkung der Detonation werden Wände, Decken und andere im Wirkungsbereich der Detonation befindliche Hindernisse zerstört sowie vom Detonationsort weiter entfernte tragende Konstruktionen und andere Elemente des Gebäudes deformiert und verschoben. Detoniert eine Bombe in den oberen Geschossen eines Gebäudes, können die herabstürzenden Deckentrümmer darunterliegende Decken durchschlagen und dadurch eine weitere Deformation des Gebäudes und die Entstehung von Verschüttungen verursachen. Auf Bild 1 ist ein Beispiel für die Zerstörung eines Gebäudes durch Sprengbomben gezeigt.

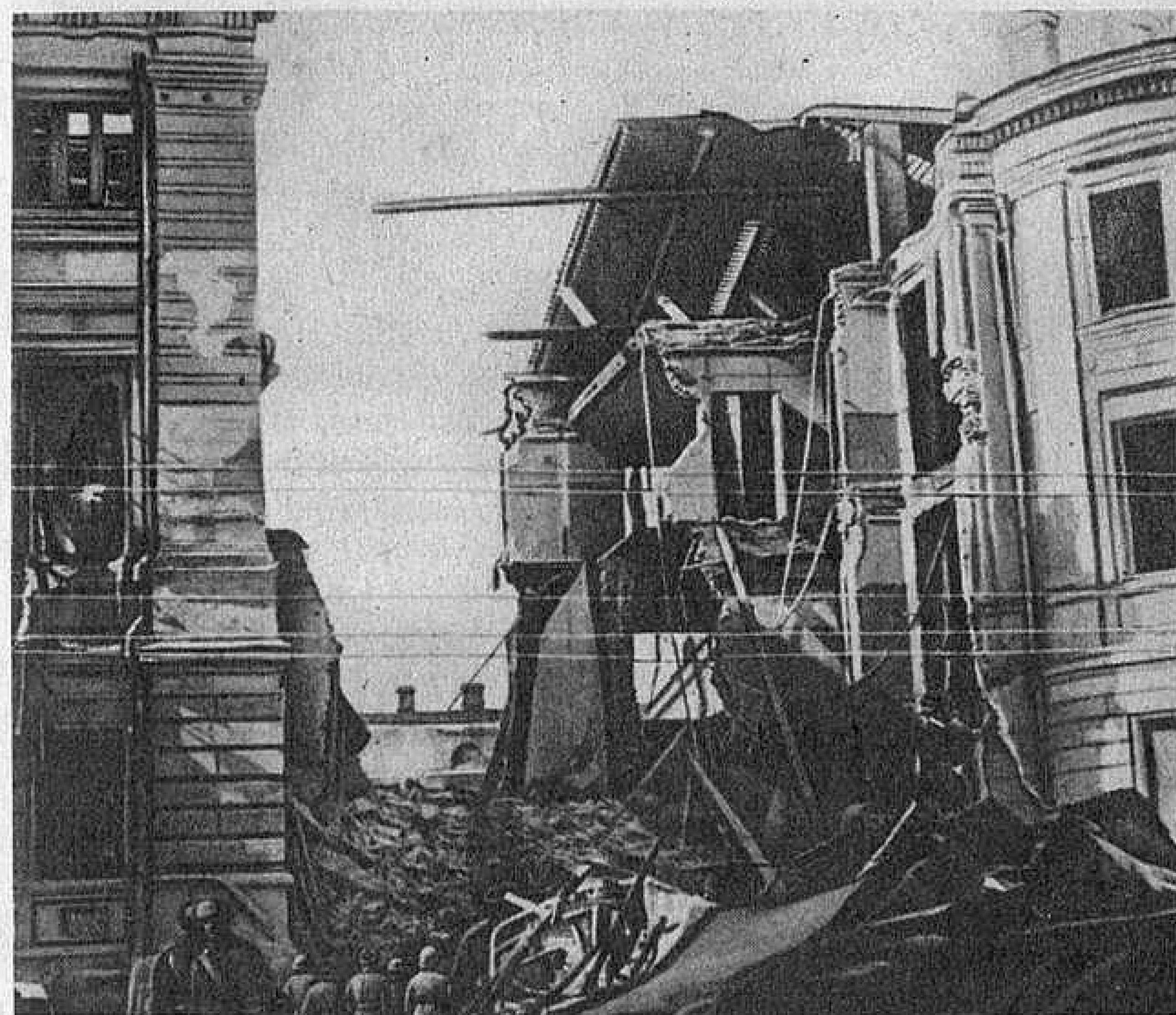


Bild 1: Gesamtansicht der Zerstörungen von Gebäuden durch Sprengbomben

Wenn eine Bombe in die Nähe eines Gebäudes fällt und tief in den Boden eindringt, entstehen während der Detonation Längsschwingungen des Untergrundes, die Deformationen, eine Verschiebung oder das Setzen der Fundamente verursachen. Das führt zur Rißbildung in den Wänden, wodurch der Einsturz von Wänden begünstigt wird, zu dem es auch infolge der Erschütterung des Gebäudes durch die Detonation kommen kann. Die mittleren Werte der Trichtertiefe bei der Detonation sind in der Graphik auf Bild 2 angeführt.
Infolge der großen Dichte der Versorgungsleitungen im Stadtterritorium (besonders unter Straßen, Durchfahrten, Höfen usw.) ist die Wahrschein-

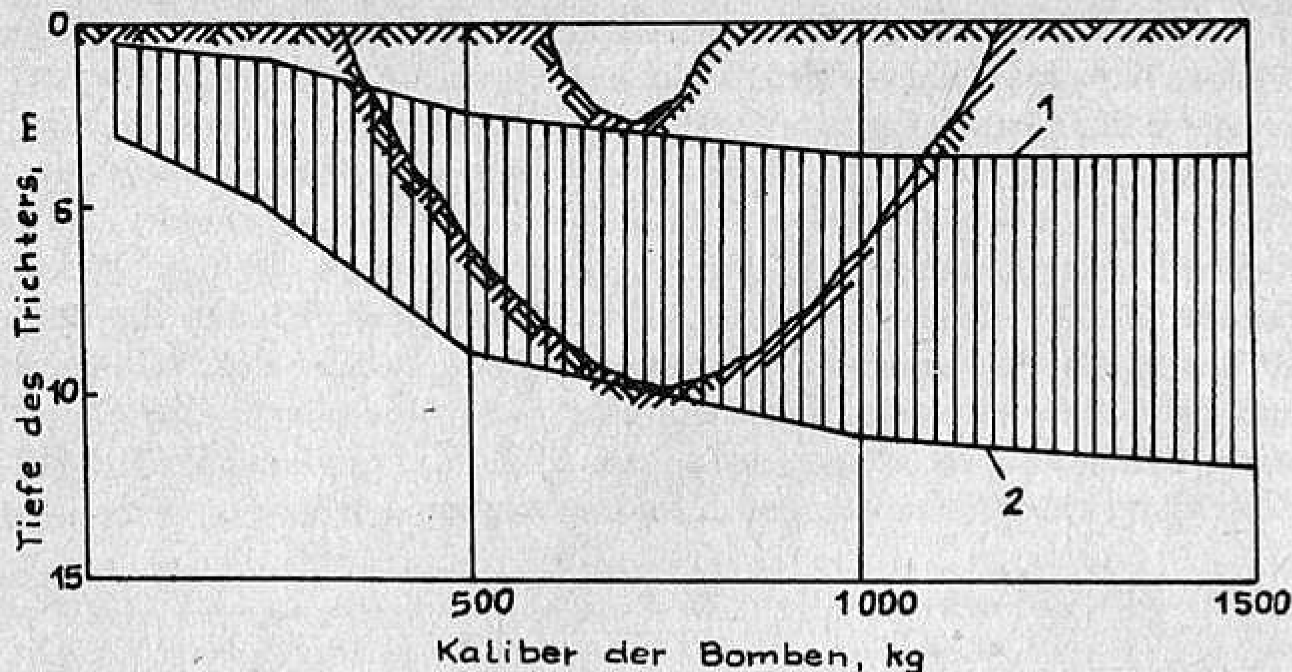


Bild 2: Mittlere Werte der Tiefe von Trichtern bei der Detonation von Fliegerbomben
1 – Straßendecke (Asphalt, Beton) auf festen Böden; 2 – lockere Böden

lichkeit ihrer Schädigung durch Bomben und Artilleriegranaten sehr hoch. So wurden während der Blockade Leningrads in den Jahren des Großen Vaterländischen Krieges von den Kräften der Havarietruppenteile und -einheiten allein an den Wasserversorgungs- und Kanalisationsnetzen über 6000 durch Bomben und Artilleriegranaten verursachte Havarien beseitigt, wobei etwa 50000 laufende Meter Gräben und Gruben ausgehoben wurden.

Neben der unmittelbaren Zerstörung der Versorgungsnetze am Detonationsort können in den direkt an den Trichter anschließenden Rohrleitungsabschnitten Risse und Beschädigungen an den Verbindungsstellen auftreten. Bei einer Zerstörung von Hauptrohrleitungen mit großem Durchmesser kann im Netz ein Rückschlag entstehen, der Beschädigungen von Verbindungsstellen in großer Entfernung vom Detonationsort verursacht.

Die Erfahrungen des Großen Vaterländischen Krieges bei Havariearbeiten in Städten, die einer feindlichen Bombardierung und Artilleriebeschuß ausgesetzt waren, haben gezeigt, daß bei Volltreffern von Sprengbomben die Rohre der städtischen Versorgungsnetze auf einer Länge bis zu 25 m zerstört wurden und infolge des Rückschlages Defekte an Verbindungsstellen und Rohrdeformationen bis zu 2,5 km von der Hauptschadstelle entfernt auftraten. In größerem Maße betrafen die Zerstörungen Gußeisen-, Beton- und Steinzeugrohre sowie Hauptrohrleitungen mit großem Durchmesser und Kollektoren.

Bei einer Beschädigung von Wasserversorgungs- und Kanalisationsleitungen füllen sich die bei der Detonation entstehenden Trichter schnell mit Wasser, wodurch die Instandsetzungsarbeiten erheblich erschwert werden.

1.3. Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbare Instandsetzungsarbeiten

Die erstrangige Aufgabe in einem Wirkungsherd besteht darin, die Menschen zu retten und den Geschädigten Hilfe zu leisten. Dazu sind in erster Linie die Kräfte und Mittel der Zivilverteidigung sowie die der Truppenteile und der Bevölkerung, die zur Führung der Rettungs- und Bergungsarbeiten hinzugezogen werden können, einzusetzen. Die Zeiten für die Durchführung der Rettungs- und Bergungsarbeiten werden durch eine Reihe von Umständen bedingt, in erster Linie dadurch, daß der Umfang der Zerstörungen mit der Entwicklung der Brände schnell anwachsen wird. Auch die medizinische Hilfe für die im Wirkungsherd befindlichen Menschen, die selbst nach einer kurzen Zeitspanne vergeblich sein kann, duldet keinen Verzug.

Der gesamte Komplex der vorrangigen Arbeiten in einem Wirkungsherd wird in die Rettungs- und Bergungsarbeiten und die unauffschiebbaren Instandsetzungsarbeiten unterteilt.

Als **Rettungs- und Bergungsarbeiten** werden jene Arbeiten bezeichnet, die durchgeführt werden, um die im Wirkungsherd befindlichen Menschen zu retten und zu bergen und ihnen Hilfe zu leisten. Dazu gehören die Aufklärung des Wirkungsherdes, die Lokalisierung und Bekämpfung der Brände an den Einführungswegen der Rettungsformationen und in den Objekten der Rettungs- und Bergungsarbeiten, die Suche und das Retten der Menschen, die sich in verschütteten Schutzräumen und Kellern, brennenden Gebäuden und Überschwemmungsgebieten befinden, die Erste Hilfe für die Geschädigten, die ärztliche Hilfe sowie das Heraustragen und der Abtransport der Geschädigten aus dem Wirkungsherd, das Anlegen von Kolonnenwegen, das Einrichten von Übersetzstellen, das Schaffen von Durchfahrten, das Herausführen der Bevölkerung aus gefährdeten Räumen (Aktivierung, Brände, mögliche Überschwemmung), die sanitäre Behandlung der Menschen und die Entaktivierung, Entgiftung und Entseuchung ihrer Bekleidung sowie des Territoriums, der Anlagen, der Transportmittel und der Technik.

Die **unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten** werden durchgeführt, um die schnelle Rettung und Bergung der Menschen zu gewährleisten und katastrophale Auswirkungen der Havarien und Schäden zu verhüten. Dazu gehören das Abstützen und Aussteifen oder der Abriß von beschädigten und einsturzgefährdeten Konstruktionen der Gebäude und Anlagen an den Marschstraßen der Formationen und an den Arbeitsplätzen, die Lokalisierung und Behebung von Havarien an den Netzen der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft sowie die Instandsetzung einzelner Abschnitte der Energie- und Wasserversorgungsnetze und -anlagen zur Versorgung der Bevölkerung und der Angehörigen der im Wirkungsherd arbeitenden Formationen mit Wasser sowie zur Löschwasserversorgung.

Ein erheblicher Teil der Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten erfordert speziell ausgebildete und mit entsprechender Technik ausgerüstete Formationen. Zu diesen Arbeiten

gehören das Anlegen von Kolonnenwegen, die Instandsetzung bzw. der Bau von Brücken, das Einrichten von Übersetzstellen, das Schaffen von Durchfahrten und Gassen, die Beseitigung von Verschüttungen, das Öffnen von Schutzräumen, die Lokalisierung und Behebung von Havarien an den kommunalen und Energieversorgungsnetzen und -anlagen u. a. Diese Arbeiten dienen der Sicherstellung der Rettungs- und Bergungsarbeiten. Nach Abschluß der Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten werden die nachfolgenden Arbeiten organisiert, zu denen die Instandsetzungsarbeiten zur Gewährleistung der Lebenstätigkeit der erhaltengebliebenen Objekte der Industrie und der Kommunal- und Energiewirtschaft gehören. Hierzu können auch die Herstellung einwandfreier hygienischer Bedingungen im Wirkungsherd, die Unterbringung und Unterstützung der obdachlosen Bevölkerung, die Versorgung der Menschen mit Lebensmitteln, Bekleidung und den nötigsten Bedarfsgegenständen usw. gezählt werden.
Sehr wichtig ist es, aus dem riesigen Umfang der Arbeiten in einem Wirkungsherd die wichtigsten und dringlichsten auszuwählen und darauf alle Anstrengungen zu richten. Besondere Beachtung muß den Objekten der Industrie und des Verkehrswesens geschenkt werden, in denen sich zum Zeitpunkt der Waffenwirkung die größte Anzahl von Menschen befunden haben kann.
Vor den Rettungs- und Bergungsarbeiten bzw. gleichzeitig mit ihnen müssen die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten ausgeführt werden. Zum Beispiel kann es für das Heranführen von Einheiten und Technik an einen großen Betrieb erforderlich werden, verschüttete Durchfahrten zu beräumen, Übersetzstellen einzurichten, Wasser für das Löschen von Bränden zuzuführen.
Die Arten und der Umfang der Instandsetzungsarbeiten und die Teile der Rettungs- und Bergungsarbeiten, die mit dem Einsatz von Einheiten des Havarieinstandsetzungsdienstes und Bautechnik verbunden sind, hängen in einem Kernwaffenwirkungsherd ebenso wie auch die Methoden ihrer Ausführung vom Charakter der Zerstörungen, von der entstandenen Lage und von den realen Möglichkeiten ihrer Durchführung ab.
Wenden wir uns kurz den wichtigsten Arten und Methoden derartiger Arbeiten zu. Sie sind in der Regel eng mit der Durchführung notwendiger unaufschiebbarer Instandsetzungsarbeiten an den Netzen und Anlagen der Kommunal- und Energiewirtschaft verbunden.
Bevor jegliche Arbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd aufgenommen werden können, muß aufgeklärt werden.
Die allgemeine Aufklärung muß in kürzester Zeit den Charakter und die Grenzen der Zerstörungen und Brände, den Grad der Aktivierung in den verschiedenen Räumen des Wirkungsherdes, das Vorhandensein von Geschädigten und den Zustand der Bevölkerung sowie Wege für die Einführung der Formationen und den Abtransport der Geschädigten feststellen. Anhand der Angaben der allgemeinen Aufklärung ist schnell der Umfang der vorrangigen Arbeiten zu bestimmen und der Entschluß für die Rettungs- und Bergungsarbeiten zu fassen.
Die Ingenieuraufklärung muß verschüttete Schutzräume und Deckungen

sowie Gebäude, in denen sich geschädigte Personen befinden, ermitteln und Orte sowie Umfang und Charakter der Zerstörungen an den Netzen und Anlagen der Kommunalwirtschaft feststellen. Auf der Grundlage der Angaben der Ingenieuraufklärung werden die Aufgaben der Formationen zur Rettung und Bergung der Menschen sowie der Charakter und die Arten der Havariearbeiten an den Systemen der Wasser-, Energie- und Gasversorgung sowie anderen Leitungen der Kommunalwirtschaft bestimmt und der Umfang der Arbeiten präzisiert.
Einen besonderen Platz nimmt bei der Organisation und Führung der Rettungs- und Bergungsarbeiten die Suche von Geschädigten ein. Dazu sind unter Ausnutzung der Angaben von Augenzeugen und unter Verwendung von Plänen des Territoriums und Orientierungsschemata (-skizzen) für das Auffinden der Schutzräume anhand von unverschüttbaren Orientierungspunkten die Verschüttungen sorgfältig abzusuchen.
Zur Ortung von verschütteten Menschen können akustische Geräte verwendet werden, die in der Lage sind, schwache Schallsignale aufzufangen und deren Ausstrahlungsrichtung zu bestimmen. Hierfür sind Geophone mit zwei Mikrofonen geeignet, mit denen die Entfernung zur Schallquelle bestimmt werden kann.
Beseitigung von Verschüttungen. Nach Feststellung des Aufenthaltsortes und des Zustandes von Geschädigten in zerstörten baulichen Anlagen wird unverzüglich mit den Rettungs- und Bergungsarbeiten begonnen. Ein Teil der ungeschützt untergebrachten Bevölkerung kann sich unter den Trümmern, in den Kellergeschossen eingestürzter Gebäude, aber auch in Erdgeschoßräumen, Korridoren und anderen stabilen Teilen von Gebäuden befinden. Menschen können sich auch in Hohlräumen unter den Trümmern aufhalten, die dadurch entstehen, daß große Elemente und Konstruktionen von Gebäuden nicht vollständig zusammenbrechen. Solche Hohlräume bilden sich meistens zwischen stehengebliebenen Gebäudewänden und schrägliegenden Trägern oder Deckenplatten, unter Treppenläufen usw.
Nach der Bestimmung des Aufenthaltsortes verschütteter Menschen wird durch die Trümmer bei gleichzeitiger Absteifung instabiler Konstruktionen und Elemente ein Zugang zu ihnen von der Seite oder von oben angelegt (Bild 3). Die Beseitigung von Trümmern von oben ist in der Regel sehr arbeitsintensiv und wird nur dann angewandt, wenn keine anderen Möglichkeiten bestehen und man davon überzeugt sein kann, daß es nicht zu einem zusätzlichen Einsturz bzw. zum Verrutschen von Elementen der Trümmerberge kommen kann. Drohen Konstruktionen benachbarter Gebäude einzustürzen, müssen diese abgestützt und ausgesteift sowie Warnschilder aufgestellt werden. In einer Reihe von Fällen ist das Schaffen von Öffnungen in den Außen- oder Innenwänden von Gebäuden mit teilweiser Trümmerbeseitigung für die Rettung der Menschen aus erhaltengebliebenen Kellerräumen erforderlich. Die Zugänge zu Menschen, die sich unter Trümmern befinden, sind möglichst schnell anzulegen. Dabei sind arbeitsintensive Arbeiten zu vermeiden und Hohlräume in den Trümmern, erhaltengebliebene Räume, Korridore und Durchgänge zu nutzen.

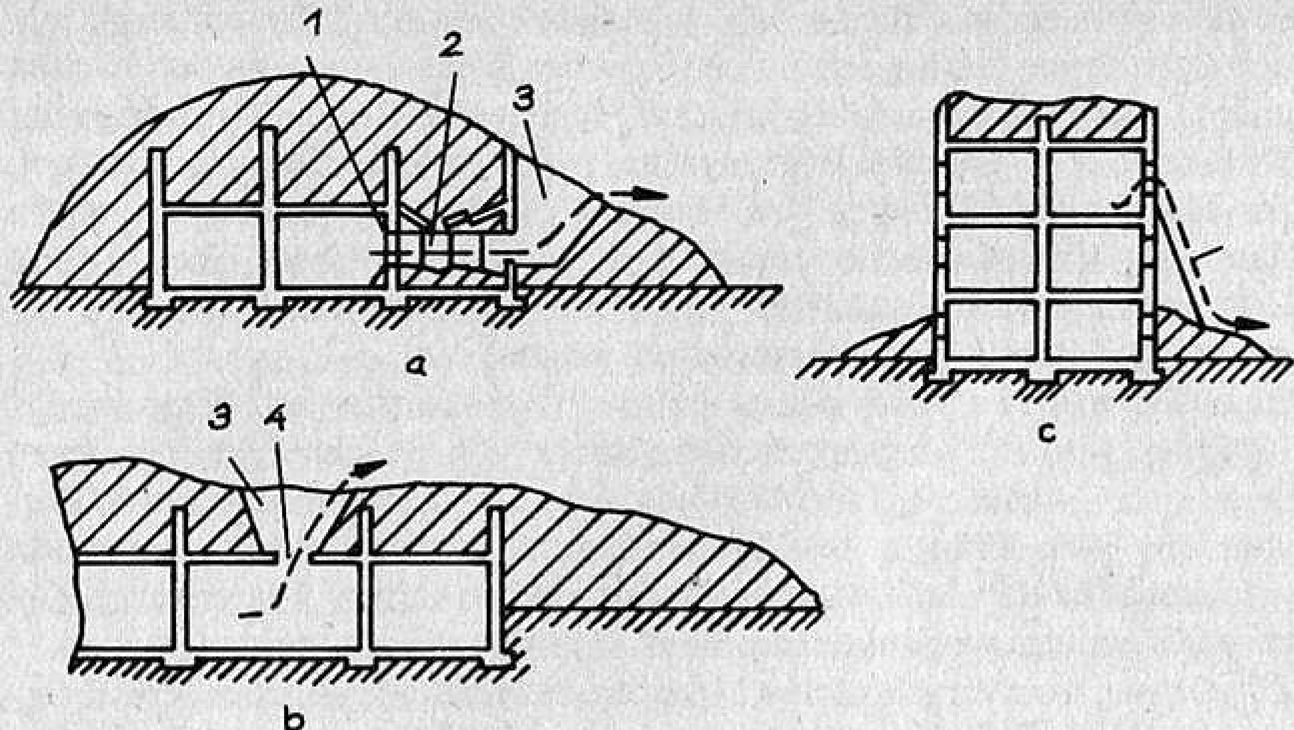


Bild 3: Arten der Ingenieursicherstellung bei der Bergung von Menschen aus Trümmern zerstörter Gebäude
a – Beseitigung von Trümmern und Anlegen eines Stollens von der Seite; b – Beseitigung von Trümmern von oben und Durchbruch einer Öffnung in die Decke eines verschütteten Raumes; c – Rettung von Menschen, die sich in erhaltengebliebenen Räumen der oberen Geschosse eines Gebäudes befinden
1 – Wanddurchbruch; 2 – Stollen in der Verschüttung mit Abstützung; 3 – Beseitigen der Trümmer; 4 – Deckendurchbruch; 5 – Anstell- oder Strickleiter

Die vorliegenden Erfahrungen von gleichartigen Arbeiten zeigen deren hohe Kompliziertheit und Arbeitsaufwendigkeit, besonders, wenn diese Arbeiten mit einfachen Werkzeugen, ohne Technik durchgeführt werden müssen. Der Einsatz von schwerer Technik beschleunigt und erleichtert diese Arbeiten beträchtlich, stellt aber eine Gefahr für die Geschädigten selbst dar. Der größte Umfang der Rettungs- und Bergungsarbeiten ist für die Zonen charakteristisch, in denen die oberirdischen Gebäude und Anlagen mittlere Zerstörungen davongetragen haben.

Öffnen von verschütteten Schutzräumen und Deckungen. Die Arbeiten zum Öffnen von verschütteten Schutzräumen sind in den Trümmerbereichen an den Notausstiegen zu beginnen, durch die leichter in den Schutzraum vorgedrungen werden kann (Bild 4). Können diese Arbeiten nicht schnell durchgeführt werden, sind Maßnahmen einzuleiten, um den Schutzrauminsassen Frischluft zuzuführen. Dazu werden die Luftansaugkanäle freigeräumt und kleine Öffnungen in die Decken oder Wände gebrochen. Wenn die Notausstiege nicht schnell freigeräumt werden können, werden die Trümmer an den Stellen beseitigt, die für den Zugang zu den Umfassungskonstruktionen des Schutzraumes am besten geeignet sind, und anschließend in die Decken oder Wände Öffnungen gebrochen.

Das Beseitigen von Trümmern, das Beräumen der Eingänge und Notausstiege und das Durchbrechen von Löchern und Öffnungen in die

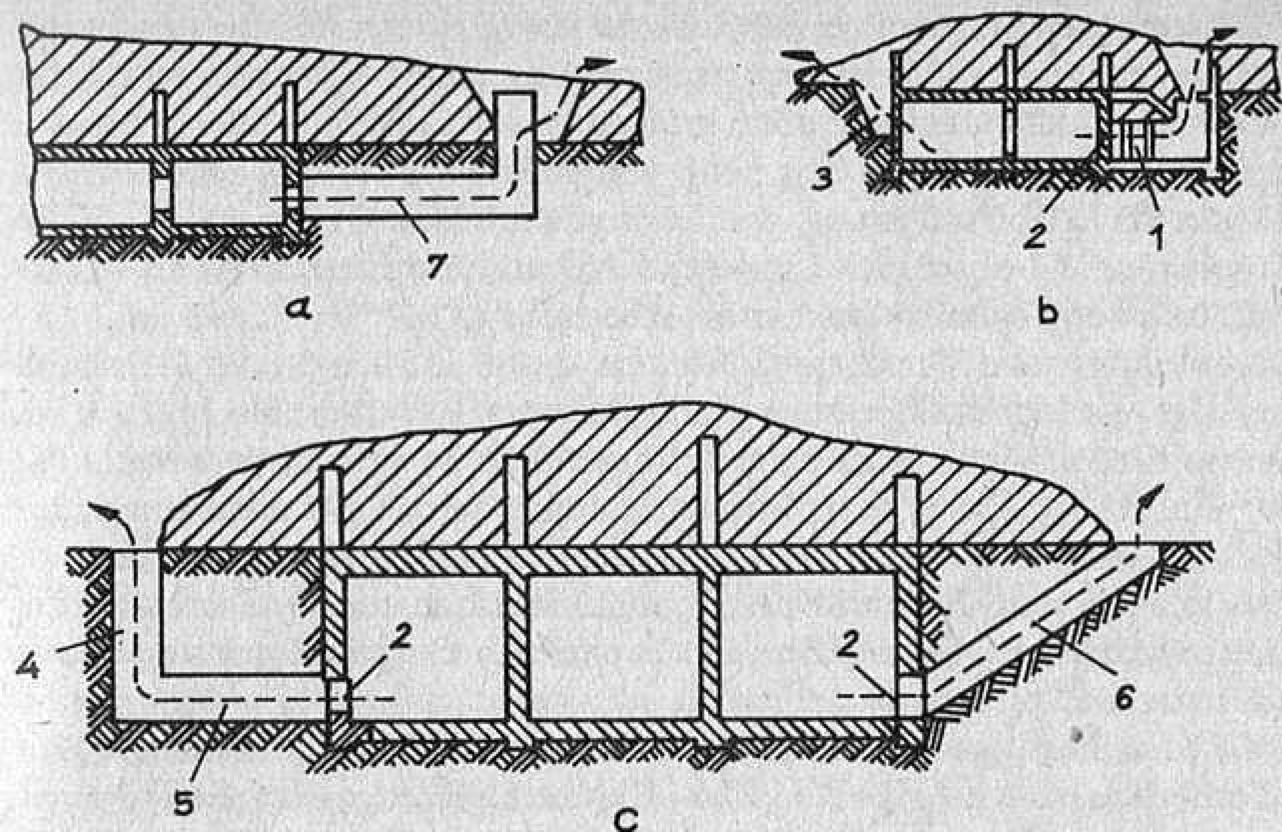


Bild 4: Arten der Arbeiten zum Öffnen von verschütteten Schutzräumen
a – Beräumen der Trümmer am Notausstieg des Schutzraumes; b – Öffnen des Schutzraumes durch Ausheben eines Einschnittes an der Außenwand des Schutzraumes bzw. durch Anlegen eines Ganges durch benachbarte Kellerräume; c – Öffnen von Schutzräumen durch Anlegen eines Vertikal- oder Schrägschachtes mit einem Gang unter den Trümmern und Durchbrechen einer Öffnung in die Wand
1 – Gang mit Abstützung; 2 – Wanddurchbruch; 3 –Einschnitt; 4 – Vertikalschacht; 5 – Horizontalstollen; 6 – Schrägschacht (die gestrichelte Linie gibt die Richtung für das Heraustragen der Geschädigten an); 7 – Notausstieg

Umfassungskonstruktionen und die Zugänge zu diesen werden mit Hilfe von Baggern mit auswechselbarer Ausrüstung, Bulldozern und Kranen durchgeführt. In breitem Maße müssen Druckluftwerkzeuge zum Einsatz gelangen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß derartige Arbeiten auch manuell ausgeführt werden müssen.
Bei großen, durch mehrgeschossige Gebäude entstehenden Verschüttungen, für deren Durchdringung oder Beseitigung eine längere Zeit erforderlich ist, wird es in vielen Fällen zweckmäßig sein, einen Vertikalschacht oder einen Stollen durch die Trümmer anzulegen (s. Bild 4c).
Anlegen von Durchfahrten und Einrichtungen von Übersetzstellen. Um Rettungsformationen mit der Technik in den Wirkungsherd einführen und die Geschädigten abtransportieren zu können, sind die Instandsetzung und Wiederherstellung beschädigter Straßenabschnitte und Straßenbrückenbauwerke, das Beräumen von verschütteten Straßen und Durchfahrten, das Anlegen von Kolonnenwegen und das Einrichten von Übersetzstellen erforderlich.
Der Entschluß zum Anlegen von Durchfahrten durch und über

Trümmerbereiche wird gefaßt, wenn verschüttete Straßenabschnitte nicht umgangen werden können und es erforderlich ist, Technik und Gerät unmittelbar an den Arbeitsort zu bringen. Durchfahrten werden in Haupt- und Nebendurchfahrten eingeteilt. Hauptdurchfahrten werden auf den Wegen für die Einführung der Formationen und Truppenteile in die Arbeitsräume (-abschnitte) angelegt, Nebendurchfahrten für das Heranführen der Technik direkt zum Arbeitsplatz.
Durchfahrten und Durchgänge können durch Beräumen der Fahrbahn angelegt werden. Das Beräumen sollte bei einer Trümmerhöhe bis zu 0,5 m und in Einzelfällen bis zu 0,8 m erfolgen. Effektiv für diese Zwecke ist der Einsatz von Bulldozern, Strauchräummaschinen, Straßenbaumaschinen und anderen Erdbearbeitungsmaschinen und -geräten. Bei einspurigem Verkehr muß die Breite der Durchfahrt mindestens 3 m betragen, bei zweispurigem mindestens 6 m; die Breite von Durchgängen sollte etwa 1 m betragen.
Wenn das Beseitigen der Trümmer nicht möglich oder dafür längere Zeit erforderlich ist, wird eine Durchfahrt für die Fahrzeuge über die Trümmer angelegt. Die dazu notwendigen Arbeiten bestehen im Einebnen und Verdichten der Trümmer. Sperrige Elemente (Träger, Platten, Metallkonstruktionen usw.) werden in der Regel nicht aus den Trümmern entfernt, während große Trümmerbrocken, soweit das möglich und notwendig ist, zerkleinert werden. Danach werden die Fahrbahn planiert, Vertiefungen aufgefüllt und die Trümmer verdichtet. Für einspurige Durchfahrten müssen nach jeweils 200 bis 250 m Ausweichstellen eingerichtet werden.
Durch die Druckwelle können Brücken, Über- und Unterführungen, Tunnel und andere Straßenbrückenbauwerke zerstört oder beschädigt werden. In solchen Fällen sind vor allem Umgehungswege zu nutzen. Wenn keine Umgehungswege vorhanden sind, die Zerstörungen und Beschädigungen aber nicht in kurzer Zeit beseitigt werden können, ist die Einrichtung von Übersetzstellen und die Errichtung von provisorischen Bauwerken erforderlich.
Lokalisieren und Löschen von Bränden. Ein bedeutender Teil der Arbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd besteht in der Lokalisierung und Bekämpfung der Brände. Eine schnelle Lokalisierung der einzelnen Entstehungsbrände läßt ihr Hinüberwachsen in Flächenbrände, deren Bekämpfung sehr schwierig ist, nicht zu.
Großbrände werden von den Brandschutzformationen der Zivilverteidigung, die Spezialfahrzeuge besitzen, lokalisiert und gelöscht. Einzelne Brandherde können von den Kräften anderer Formationen und Einheiten sowie der Bevölkerung unter Verwendung der vorhandenen Behelfsmittel bekämpft werden. Diese Formationen können beim Löschen der kleinen, aber zahlreichen Entstehungsbrände in Trümmern (an den Arbeitsplätzen) große Hilfe leisten.
Das Lokalisieren und Löschen der Brände in einem Kernwaffenwirkungsherd wird in der Regel durch den Mangel an Wasser, die Zerstörungen und Beschädigungen der Wasserversorgungssysteme, die Verschüttungen von Straßen und Durchfahrten sowie durch eine große Zahl

gleichzeitig ausgebrochener Entstehungsbrände erschwert. Deshalb ist für eine maximale Wirkung der Brandbekämpfung wichtig, die erhaltengebliebenen Wasserressourcen sowie die vorhandenen Kräfte und die Technik möglichst rationell zuerst für die Lokalisierung der Brände an den wichtigsten Arbeitsabschnitten und anschließend für deren vollständige Bekämpfung einzusetzen.
Kompliziert ist der Kampf gegen das Feuer in Betrieben, in denen feuer- und explosionsgefährdete Produkte gefördert, verarbeitet und hergestellt werden (in Erdölfeldern, erdölverarbeitenden Betrieben, Kraft- und Schmierstoffbasen), besonders, wenn sich derartige Objekte innerhalb der Stadtbebauung befinden.
Abstützen und Aussteifen oder Abriß einsturzgefährdeter Konstruktionen von Gebäuden. Diese Arbeiten werden zur Gewährleistung der Sicherheit und zur Verhütung von Unfällen bei der Durchführung der Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten ausgeführt. Ein Teil der Konstruktionselemente (Wände, Decken, Träger u. a.) der erhaltengebliebenen Gebäude und Anlagen befindet sich nach der Einwirkung der Druckwelle, der hohen Temperaturen durch Brände und einiger anderer Faktoren in einem Zustand, bei dem es durch geringe Erschütterungen zum Einsturz kommen kann.
Um die Einsturzgefahr zu beseitigen, ist in einer Reihe von Fällen die Abstützung oder Aussteifung der Konstruktionen durch das Anbringen von Stützen, Stempeln, Spreizen, Streben usw. erforderlich. Konstruktionen werden unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen mit Traktoren, Baggern und Winden abgerissen, wenn deren Abstützen und Aussteifen unzweckmäßig ist.
Die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten sind nicht nur mit den aufgezählten Hauptarten der Rettungs- und Bergungsarbeiten verbunden. Angesichts der großen Vielfalt der Systeme der städtischen Kommunalwirtschaft sowie des mannigfaltigen Charakters der Folgen bei ihrer Zerstörung werden die Instandsetzungsarbeiten mit vielen anderen Arbeiten verbunden sein, die von den medizinischen, Brandschutz- und anderen Formationen der Zivilverteidigung ausgeführt werden müssen.

1.4. Instandsetzungsarbeiten an den kommunalen und Energieversorgungsnetzen und -anlagen

Die Instandsetzungsarbeiten an den kommunalen und Energieversorgungsnetzen und -anlagen werden zur Sicherstellung der Rettungs- und Bergungsarbeiten im Wirkungsgrad, zur Aufrechterhaltung des öffentlichen Lebens in den erhaltengebliebenen Objekten und zur schnellen Wiederherstellung wichtiger Betriebe und Anlagen durchgeführt.
Sie sind hauptsächlich darauf gerichtet, solche Gefahren wie Überflutung von Kellern und Schutzräumen, in denen sich Menschen befinden, sowie von Straßenabschnitten, Durchfahrten und einzelnen wichtigen Anlagen abzuwenden, den Wasserbedarf (im wesentlichen für Löschzwecke) zu decken, Faktoren zu beseitigen, die die Ausführung der Arbeiten zur

Beseitigung der Folgen der Waffenwirkungen behindern, sowie weitere Havarien und Zerstörungen zu verhüten, die die Sicherheit der Menschen gefährden.

Ein erheblicher Teil dieser Arbeiten ist eng mit der Rettung und Bergung von Menschen im Wirkungsherd verknüpft. Deshalb gehören sie zur Kategorie der unaufschiebbaren Arbeiten und müssen gleichzeitig mit den Rettungs- und Bergungsarbeiten ausgeführt werden oder ihnen vorausgehen.

In einem Wirkungsherd ist es erforderlich, die Zufuhr der maximal möglichen Menge an Wasser, in erster Linie für das Löschen von Bränden, zu gewährleisten. Zur Durchführung der Rettungs- und Bergungsarbeiten, für die Arbeit der Wasserwerke und der Abwasserpumpwerke sowie für weitere Zwecke wird vor allem Elektroenergie benötigt.

Die Instandsetzungsarbeiten sind auch deshalb erforderlich, um beispielsweise die katastrophalen Folgen einer Überschwemmung des Territoriums beim Bruch eines Deiches oder Dammes, einer hydrotechnischen Anlage bzw. der Zerstörung einer Hauptwasserleitung, einer Gasausbreitung im Territorium sowie von Explosionen und Großbränden bei der Zerstörung von Gasleitungen usw. zu verhüten.

Es versteht sich, daß in erster Linie jene unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten auszuführen sind, die die Sicherstellung der erfolgreichen Durchführung der Rettungs- und Bergungsarbeiten ermöglichen. Umfang und Charakter der vorrangigen Instandsetzungsarbeiten werden von der konkreten Lage im Wirkungsherd und von den Möglichkeiten der Formationen, einen bestimmten Arbeitsumfang zu bewältigen, abhängen.

Die Lokalisierung und Behebung von Havarien an den kommunalen und Energieversorgungsnetzen und -anlagen unter den Bedingungen von Bränden, Aktivierung und Massenzerstörungen stellen eine komplizierte Aufgabe dar. Für ihre Lösung sind gemeinsame Anstrengungen einer großen Anzahl von qualifizierten Spezialisten und der Einsatz von Spezialtechnik erforderlich. Deshalb werden die arbeitsintensivsten Instandsetzungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd nur bei äußerster Notwendigkeit durchgeführt.

Die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten werden von spezialisierten Formationen ausgeführt, die auf der Basis der Betriebs- sowie Bau- und Montageorganisationen geschaffen werden. Geringfügige Schäden an den Netzen und Anlagen können von anderen Formationen und von der Bevölkerung behoben werden. Jedoch sind auch für die Durchführung dieser Arbeiten Erfahrungen und Spezialkenntnisse erforderlich.

Die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten an den städtischen kommunalen und Energieversorgungsnetzen und -anlagen sind damit ein untrennbarer und äußerst wichtiger Bestandteil des gesamten Komplexes der Rettungs- und Bergungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd.

Bei der Beurteilung der Standhaftigkeit der kommunalen und Energieversorgungssysteme ist es sehr wichtig, die anfälligsten Knotenpunkte und Abschnitte herauszufinden und zu kennen, frühzeitig den Umfang der Instandsetzungsarbeiten zu bestimmen sowie die Maßnah-

men zur Verhütung möglicher Zerstörungen festzulegen. Es müssen alle Bestandteile der komplizierten technischen Infrastruktur der Städte analysiert werden, von den Hauptgliedern bis zu den einzelnen Anlagen der Versorgungssysteme. Beispielsweise besteht das Wasserversorgungssystem einer Stadt in der Regel aus mehreren zusammenwirkenden Netzen, von denen jedes eine eigene Wasserquelle, Wasserentnahmestelle, Wasseraufbereitungsanlagen, Pumpwerke und andere große und komplizierte Objekte besitzt. Damit dieses System unter Kriegsbedingungen standhaft ist, müssen die Teilnetze, aus denen es besteht, die Stadt selbst dann mit Wasser versorgen, wenn einzelne Netze oder Elemente davon ausfallen. Ebenso muß auch jedes Netz standhaft sein und beim Ausfall einzelner Anlagen funktionieren. Schließlich muß auch jede Anlage, sei es nun die Wasserentnahme, das Pumpwerk oder irgendein anderes Element, möglichst standhaft und mit austauschbaren Aggregaten ausgestattet sein.

Von dem einen System, zum Beispiel der Wasserversorgung, wird gefordert, daß es Reserven besitzt und nötigenfalls die maximale Wasserförderung gewährleisten kann, während bei anderen Systemen (System der Gasversorgung) das Gegenteil der Fall ist. Unter Kriegsbedingungen muß die Gaseinspeisung in die Stadt nach einer reduzierten Graphik (Havariegraphik) erfolgen, da nicht in Betrieb befindliche Leitungen und Gebäude abgesperrt und die Gasometer und andere Behälter entleert werden.

Den größten materiellen Schaden verursachen, wie die Erfahrungen des Großen Vaterländischen Krieges beweisen, die Brände. Deshalb muß den Brandschutzmaßnahmen sehr ernsthaft Beachtung geschenkt werden. Zum Beispiel wurden in Moskau, Leningrad und anderen gefährdeten Städten gleich in den ersten Tagen des Krieges rigorose Aufräumungsaktionen durchgeführt, Holzschuppen, -scheunen und -zäune abgerissen, Feuerschutzanstriche aufgebracht, Löschteiche geschaffen, Pumpstationen eingerichtet usw. Diese Maßnahmen halfen, eine große Zahl von Bränden zu verhüten.

Bei einer Massenevakuierung der nichtberufstätigen Bevölkerung bzw. bei deren Verlegung an die Arbeitsplätze (zum Beispiel war in Leningrad während des Krieges die Mehrheit der Bevölkerung dazu übergegangen, sich in Wohn- und öffentliche Gebäude in der Nähe ihrer Betriebe einzuquartieren und dort zu wohnen) ist eine beträchtliche Anzahl von Häusern und Gebäuden unbewohnt und ungenutzt. Diese Häuser müssen konserviert werden, das heißt, die Strom-, die Gas-, die Wasser- und Wärmezufuhr müssen abgeschaltet werden.

Überaus wichtig ist es, daß beim Signal «Luftalarm» alle Werkhallen sowie die einzelnen Objekte und Anlagen, darunter auch Heiz- und Glühöfen, dort, wo das nicht zu Havarien in der Produktion führt, abgeschaltet werden, die Zufuhr von Gas, Druckluft und Dampf unterbrochen wird sowie die Quellen und Systeme zur Versorgung mit Sauerstoff, Giften und explosiven und brennbaren Stoffen abgesperrt werden. Diese Maßnahmen verringern erheblich die Möglichkeit der Brandentstehung durch sekundäre Ursachen, senken die unnützen Wasserverluste

bei der Zerstörung von Gebäuden, erhöhen damit die Brandsicherheit der Stadt und verringern den Umfang möglicher Zerstörungen, Explosionen und Vergiftungen.
Demzufolge müssen zur Erhöhung der Standhaftigkeit der Stadt, zur Senkung der Verluste an Menschen und Material und zur Schaffung günstiger Bedingungen für die Durchführung der Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten in der gesamten technischen Infrastruktur entsprechende Maßnahmen realisiert werden. Sie müssen sowohl bereits im Frieden frühzeitig während des Baues und der Rekonstruktion der Stadtwirtschaft als auch besonders intensiv im Krieg durchgeführt werden.

2. Instandsetzungsarbeiten an den Wasserversorgungssystemen

In einem Kernwaffenwirkungsherd sind zahlreiche und große Brände unvermeidlich. In einer derartigen Lage sind die Rettungs- und Bergungsarbeiten in erster Linie mit dem Lokalisieren und Löschen von Bränden, das heißt mit dem Verbrauch einer erheblichen Wassermenge verbunden. Eine bestimmte Wassermenge wird im Wirkungsherd auch für Trinkzwecke, für die sanitäre Behandlung der Menschen, für die Entaktivierung und Entgiftung des Territoriums, der Anlagen und der Technik, für die Arbeit der medizinischen Formationen und für andere Zwecke benötigt. Vom Funktionieren der Wasserversorgungssysteme wird unter Kriegsbedingungen in hohem Grade der Erfolg der Brandbekämpfung sowie der Rettungs- und Bergungsarbeiten im Wirkungsherd abhängen.

2.1. Quellen der Wasserversorgung

Als Quellen für die Wasserversorgung der Städte, Gemeinden und Industriebetriebe dienen Oberflächengewässer (Flüsse, Kanäle, Seen, künstliche Wasserspeicher, atmosphärische Niederschläge, in einigen Fällen auch Meerwasser) und unterirdisches Wasser (artesisches, Grund-, Uferfiltrat- und Quellwasser).
Hinsichtlich einer möglichen Aktivierung bzw. Vergiftung sind am meisten kleinere offene Wasserquellen, Seen und Wasserspeicherbecken gefährdet.
Flüsse und Kanäle mit einem großen Wasserdurchfluß und einer schnellen Strömung, das heißt mit einem schnellen Wasserwechsel, bieten die Möglichkeit, das durchfließende Wasser nach einer bestimmten Zeit wieder zu nutzen, manchmal sogar ohne spezielle Aufbereitung.
Die unterirdischen Wasser sind gegenüber den Massenvernichtungsmitteln einschließlich des radioaktiven Niederschlages, der chemischen Kampfstoffe und der biologischen Kampfmittel zuverlässig geschützt, jedoch ist die Wasserversorgung aus unterirdischen Quellen teurer und teilweise durch die Ergiebigkeit der Quellen begrenzt.
Meistens versorgen unterirdische Quellen kleine und mittlere Ortschaften und Betriebe, deren Wasserverbrauch nicht sehr hoch ist, mit Wasser. Von der Gesamtbilanz des Wasserverbrauchs machen die unterirdischen Wasser etwa 15% aus. Das System der Wasserversorgung von Großstädten basiert in der Regel auf Oberflächenquellen (unterirdische Wasser spielen eine untergeordnete Rolle).

2.2. Systeme der Wasserversorgung von Städten

Zum System der Wasserversorgung von Städten aus offenen Quellen können gehören (Bild 5 und 6):

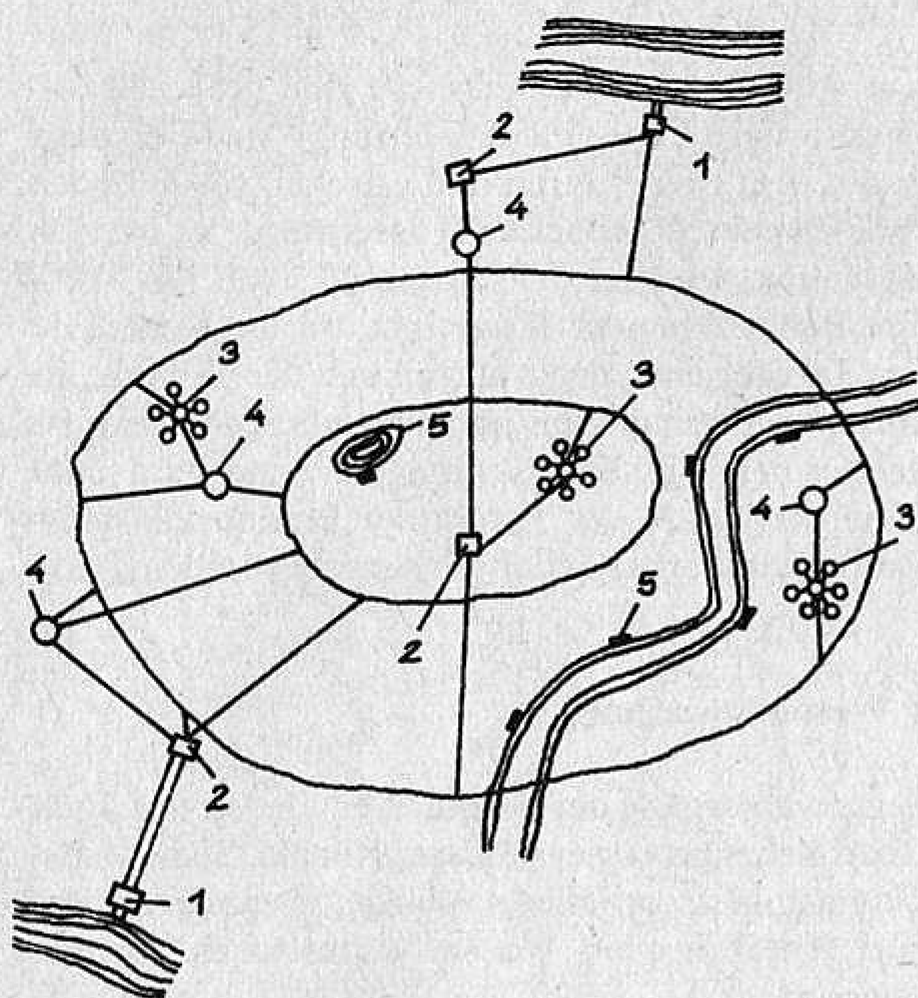


Bild 5: Prinzipschema der Wasserversorgung einer Stadt
1 – Wasserentnahmeanlagen und Pumpwerke der ersten Stufe; 2 – Pumpwerke der zweiten Stufe; 3 – Tiefbrunnengruppe; 4 – Behälter mit Reinwasservorräten; 5 – Wasserentnahmestellen an Reservequellen

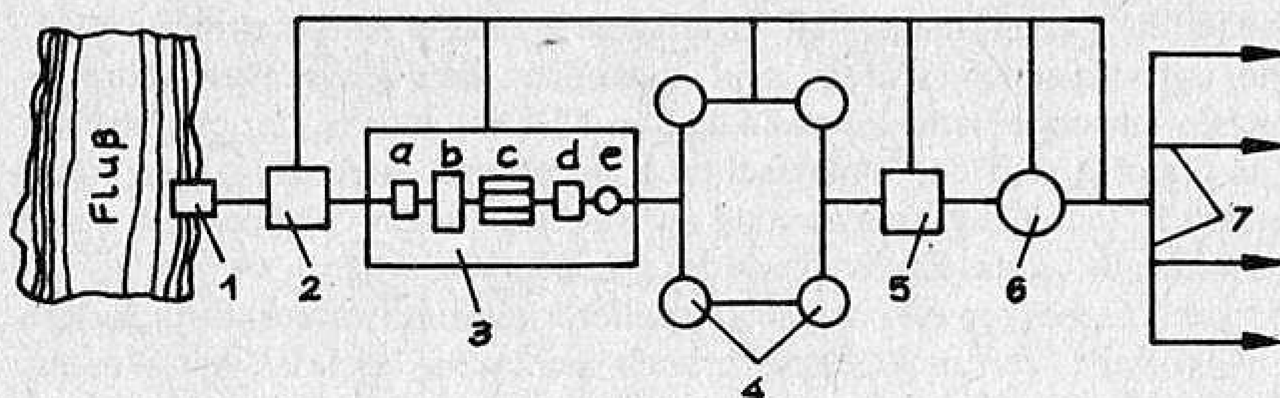


Bild 6: Schema der Wasserversorgung einer Stadt aus einer offenen Wasserquelle
1 – Hauptwasserentnahmeanlage; 2 – Pumpwerk der ersten Stufe; 3 – Wasseraufbereitungsanlagen (a – Mischkammer, b – Reaktionskammer, c – Absetzbecken, d – Filter, e – Chlorierungsanlage); 4 – Reinwasserbehälter; 5 – Pumpwerk der zweiten Stufe; 6 – Wasserturm; 7 – Wasserleitungsnetz

– Wasserentnahmeanlagen und -einrichtungen, mit deren Hilfe das Wasser den Wasserquellen entnommen wird;
– Pumpwerke der ersten Stufe, die das Wasser von den Wasserentnahmeanlagen zu den Aufbereitungsanlagen und den Reinwasserbehältern fördern;
– Aufbereitungsanlagen (Bild 7), in denen das Wasser filtriert und entkeimt (gechlort) wird;

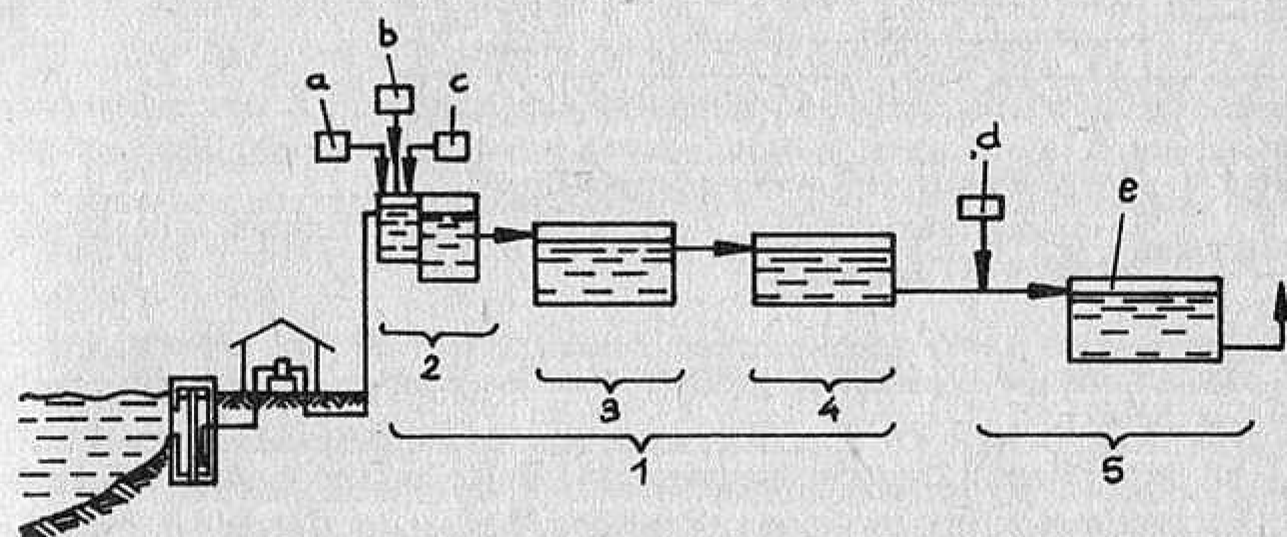


Bild 7: Schema der Wasseraufbereitung in den Aufbereitungsanlagen eines Wasserwerkes
1 – Klärung; 2 – Vorbehandlung (a – Vermischen des Wassers mit einem Flockungsmittel, b – Flockung, c – Alkalisation); 3 – Absetzen; 4 – Filtration; 5 – Keimfreimachung (d – Chlorung, e – Speicherung in den Reinwasserbehältern)

Die Entfernung von Trübstoffen aus dem Wasser geschieht wie folgt: In der Mischkammer wird dem Wasser ein Flockungsmittel, zum Beispiel Eisenchlorid, zugesetzt. Von dieser Kammer gelangt das Wasser in die Reaktionskammer, wo sich die Flocken bilden, und weiter in die Absetzbecken, in denen bei einer sehr langsamen Strömung der Niederschlag ausfällt. Danach wird das Wasser durch Kiesfilter gefiltert, die die feinen Trübstoffe und bis zu 98 % der Bakterien zurückhalten. Zum Keimfreimachen wird dem Wasser Chlor oder Chlorkalk zugesetzt. Damit ist der Prozeß der Wasseraufbereitung abgeschlossen. Anstelle von Chlor können Ozon, Chlordioxid, eine bakterienabtötende Strahlung u. a. angewandt werden.
– Reinwasserbehälter für die Speicherung von Reinwasservorräten und zum Ausgleich des diskontinuierlichen Tagesverbrauches;
– Pumpwerke der zweiten (und manchmal auch der dritten) Stufe, die die Förderung des Wassers in größere Höhen und seine Einspeisung über die Wasserleitungen in das städtische Netz gewährleisten;
– Wassertürme und Druckluftanlagen mit Wasserbehältern (Bild 8), die den Wasserdruck gewährleisten und seine Einspeisung in das Wasserleitungsnetz regeln;
– Hauptversorgungsleitungen, über die das Wasser von den Pumpwerken in das städtische Wasserleitungsnetz gelangt (meistens sind es Stahlrohre mit großem Durchmesser);

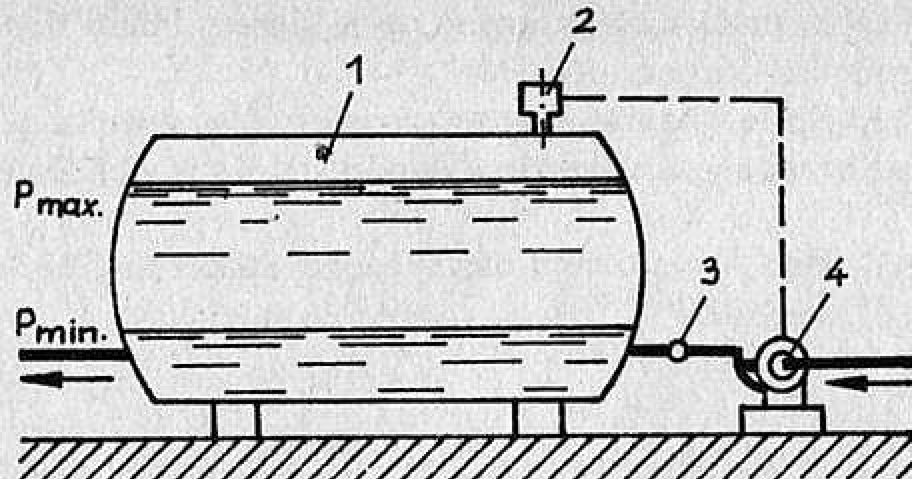


Bild 8: Druckluftanlage mit veränderlichem Druck
1 – Wasser-Luft-Behälter; 2 – Relais; 3 – Rückschlagventil in der Druckleitung; 4 – Pumpaggregat

– das städtische Wasserleitungsnetz, das das Wasser den Verbrauchern zuführt;
Es besteht aus Hauptversorgungs- und Verteilerleitungen. Die Hauptversorgungsleitungen dienen dazu, das Wasser im Transit in die einzelnen Stadtbezirke und Großbetriebe zu fördern; über die Verteilerleitungen wird das Wasser den Verbrauchern und den Löschwasserhydranten zugeführt. In die Hauptversorgungsleitungen und die Leitungen des Wasserleitungsnetzes werden Absperrschieber oder automatisch wirkende Ventile zum Absperren von instand zu setzenden Abschnitten, Auslässe für das Entleeren eines instand zu setzenden Abschnittes, Entlüftungsventile und Entlüfter für den Luftaustritt sowie Kompensatoren und andere Vorrichtungen zum Abschwächen eines hydraulischen Schlages eingebaut.
– Hauswasserleitungen – ein Komplex von Armaturen, Rohrleitungen und anderen Anlagen in den Bauwerken und Gebäuden, die die Wasserförderung vom äußeren Wasserleitungsnetz zu den Zapfstellen gewährleisten.

Je nach den konkreten Bedingungen kann das System etwas modifiziert werden. Wenn es das Geländerelief zuläßt, kann das Wasser aus den Reinwasserbehältern im Gefälle in die Stadt fließen. In diesem Falle wird kein Pumpwerk der zweiten Stufe benötigt.

Etwas einfacher sieht ein Wasserversorgungssystem aus, das auf der Nutzung von unterirdischen Wassern basiert. Die Wasserfassung besteht aus Entnahmeeinrichtungen in Form von Rohrbrunnen (Bohrbrunnen), Schachtbrunnen, Horizontalfilterbrunnen oder Quellfassungen. In einigen Fällen kann sogar auf Aufbereitungsanlagen verzichtet werden. Gewöhnlich gelangt das Wasser aus Tiefbrunnen in die Reinwasserbehälter und von dort in das städtische Netz.

So sieht ein Wasserversorgungssystem im allgemeinen aus. Die realen Systeme besitzen je nach den konkreten Bedingungen und Forderungen eine große Anzahl verschiedener Anlagen. Zum Beispiel werden Langsam- und Schnellfilter eingesetzt; letztere können ihrerseits Druck- und offene (drucklose) Filter, Einstrom- (mit Strömungsrichtung des Wassers

von oben nach unten) und Zweistromfilter, Einschicht- und Zweischichtfilter usw. sein.
Je nach Wasserqualität (Trübung, Färbung, Gehalt an organischen Stoffen und Plankton, Alkalität und Azidität, Gehalt an bakteriellen Verunreinigungen) und den Forderungen an das Wasser kann es neben der obengenannten Aufbereitung zusätzlich mit Chemikalien behandelt werden (Vorchlorung, Alkalisation, Kohlezugabe, Phosphatierung, Ansäuern usw.).
Alles das findet seinen Niederschlag im technologischen Prozeß der Förderung und Aufbereitung des Wassers und demzufolge auch in der Technologie des Systems. Jedes System wird individuell projektiert; also müssen auch seine Vorzüge und Nachteile unter dem Gesichtspunkt der Forderungen der Zivilverteidigung individuell untersucht und eingeschätzt werden.
Behandeln wir nun die wichtigsten Elemente eines Wasserversorgungssystems etwas ausführlicher.
Die **Wasserentnahmeanlagen** sind entscheidende Elemente des Wasserversorgungsnetzes, und von ihrer Widerstandsfähigkeit und Standhaftigkeit hängt natürlich stark die Funktionstüchtigkeit des gesamten Systems ab.

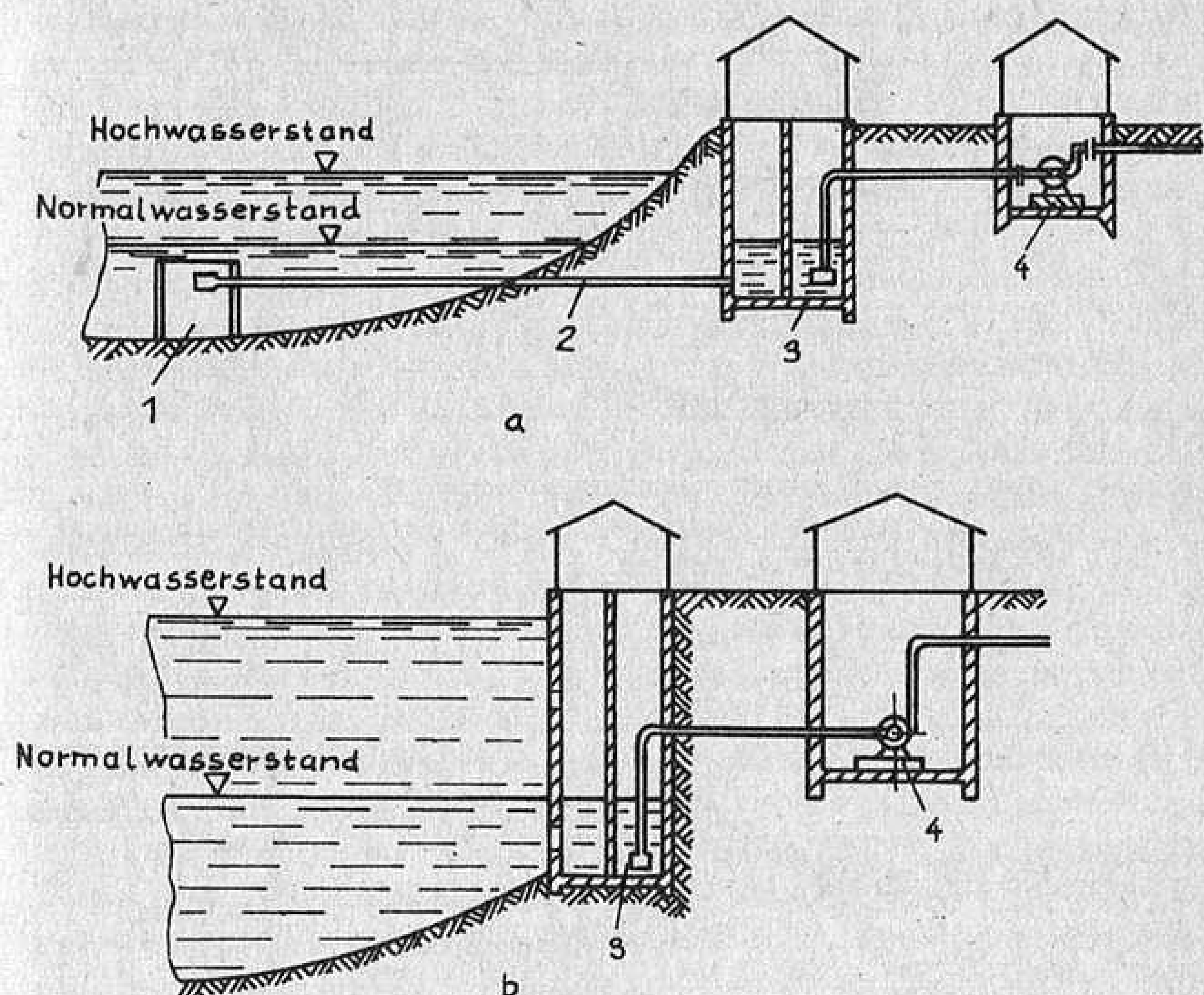


Bild 9: Schema der Wasserentnahmeanlagen
a – Flußwasserentnahmestelle mit Gefällerohrleitung; b – Uferwasserentnahmestelle mit abgesetztem Pumpwerk
1 – Entnahmekopf; 2 – Gefällerohrleitung; 3 – Uferschacht; 4 – Pumpwerk

Von der Konstruktion her können es folgende Typen von Wasserentnahmeanlagen sein: Flußwasserentnahmestellen mit Gefällerohrleitungen (Bild 9a), Uferwasserentnahmestellen (Bild 10) und Uferfiltratwasserentnahmestellen (Bild 11).

Die Auswahl der Wasserfassungsart wird vor allem durch die konkreten Geländeverhältnisse, den Charakter der Wasserquelle und die hydrogeologischen Verhältnisse bestimmt. Zum Beispiel werden Flußwasserentnahmestellen mit Gefällerohrleitungen meistens bei unzureichender Tiefe der Wasserquelle, Verschmutzung des Wassers und lockeren Böden am Ufer angelegt.

Der am meisten verbreitete Typ von Wasserentnahmeanlagen sind die Uferwasserentnahmestellen. Dabei werden der Uferschacht und das Pumpwerk in der Regel in einem Bauwerk untergebracht, wodurch die Wasserfassung kompakter und ökonomischer wird.

Schwimmende (mobile) Pumpwerke auf Lastkähnen oder speziellen

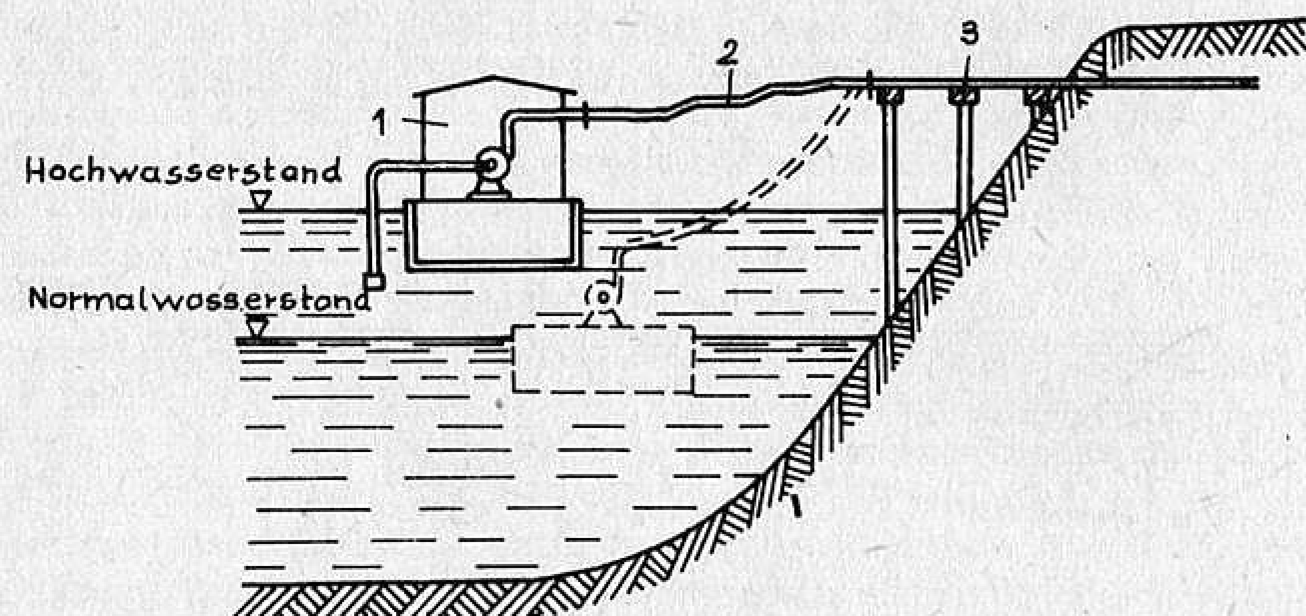


Bild 10: Wasserfassung mit schwimmendem Pumpwerk
1 – schwimmendes Pumpwerk; 2 – flexible Anschlußrohrleitung; 3 – ortsfeste Uferzubringerleitung

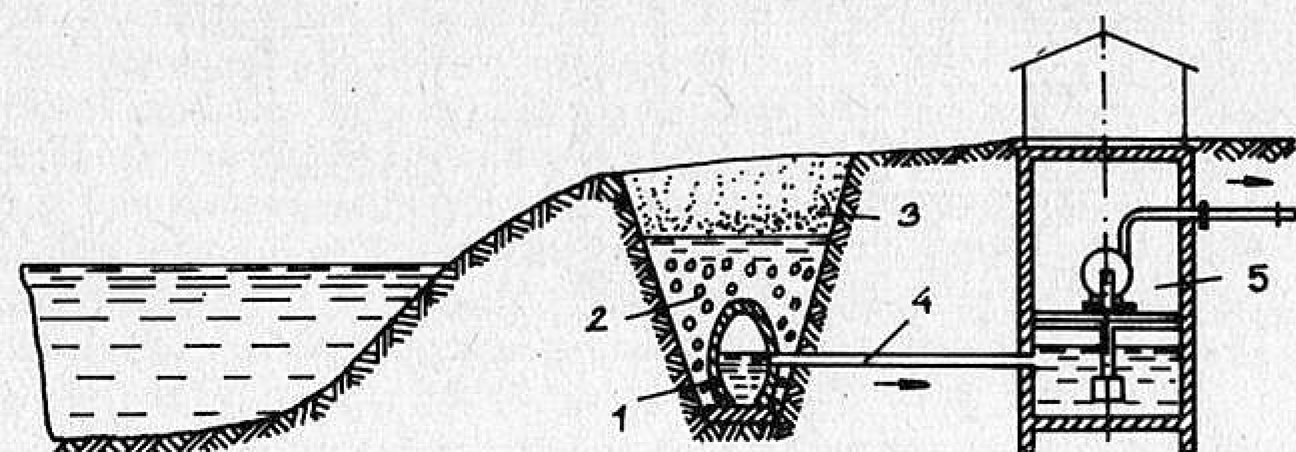


Bild 11: Uferfiltratwasserfassung
1 – Wasserentnahmestollen aus gewölbten durchbrochenen Betonröhren; 2 – Filter aus zwei Schichten Kies; 3 – gestampfter Ton; 4 – Gefällerohrleitung; 5 – Pumpwerk

Pontons werden bei erheblichen Schwankungen der Wasserpegel von Wasserquellen zur Wasserförderung für die Bewässerung eingesetzt.
Die Uferfiltratwassererfassung wird vor allem deshalb eingesetzt, weil das Wasser nicht direkt aus dem Fluß zum Pumpwerk gelangt, sondern vorher durch die Bodenschicht gefiltert wird. Dieses Wasser kann in vielen Fällen ohne zusätzliche Aufbereitung sogar für Trinkzwecke verwendet werden. Die hohen sanitären und Trinkeigenschaften lassen sich damit erklären, daß das uferfiltrierte Wasser im Vergleich zu dem offener Gewässer bei der Filtration durch die Uferschicht von Schwebstoffen und teilweise von Bakterien befreit wird. Uferfiltratwasserfassungen können jedoch nur bei bestimmten hydrogeologischen Verhältnissen angewandt werden, wenn die Flußufer aus gut filtrierenden Böden bestehen (Schotter, Kies, grobkörnige Sande).
Es gibt schwimmende Wasserentnahmestellen (Pumpwerke der ersten Stufe), deren Saugrohre, Pumpen der ersten Stufe und technischen Räume auf Schwimmitteln (Flöße, Lastkähne u. a.) untergebracht sind. Der Wert solcher Pumpwerke besteht insbesondere darin, daß sie als zusätzliche Mittel der Wasserförderung für eine von Waffenwirkungen betroffene Stadt bzw. ein Objekt eingesetzt werden können. Dazu müssen an den notwendigen Stellen des Ufers lediglich ausreichend standhafte Wasserübernahmevorrichtungen vorhanden sein, an die das schwimmende Pumpwerk angeschlossen werden kann.
Die **Pumpwerke** werden in Stahlbetonsenkschächten oder in speziellen festen, gewöhnlich aus Stahlbeton oder Beton gefertigten, unterirdischen Bauwerken eingerichtet. Die Pumpausrüstung wird oft unterhalb der Erdoberfläche untergebracht.
Die Pumpwerke der ersten Stufe werden oft zusammen mit den Wasserfassungen in einem kompakten Bauwerk errichtet.
Wasserleitungstypen. Die Stadt benötigt das Wasser für Wirtschafts- und Trinkzwecke, für die Produktion und zur Gewährleistung des Brandschutzes. Je nach der Zweckbestimmung werden Trink-, Industrie- und Löschwasserleitungen unterschieden. Zum Trinken, für die Essenzubereitung, das Waschen und andere hauswirtschaftliche Zwecke ist hochqualitatives Wasser erforderlich. Die Forderungen an das Wasser, das für die Versorgung der Industrie (technische Zwecke) dient, hängen von der Produktionstechnologie ab. Für Betriebe der Nahrungsgüterindustrie wird beispielsweise Trinkwasser gefordert. Für die Kühlung von Antriebsaggregaten wird enthärtetes Wasser, dem möglichst der Sauerstoff entzogen wurde, benötigt. Für die Speisung von Hochdruckdampfkesseln ist lediglich enthärtetes Wasser mit einem Minimalgehalt an mineralischen Salzen bzw. völlig entsalztes Wasser erforderlich. Für viele Produktions- und kommunale Zwecke, wie das Sprengen der Straßen und Rasenflächen, die Fahrzeugwäsche in Garagen, das Reinigen von inerten Baustoffen usw., kann ungereinigtes Wasser eingesetzt werden.
In Abhängigkeit vom konkreten Wasserbedarf der einen oder anderen Qualität und dem Charakter der Wasserquellen können die Wasserversorgungssysteme als ein Komplex oder voneinander getrennt angelegt werden.

In Städten und größeren Ortschaften ist das Wasserversorgungssystem in der Regel als ein Komplex angelegt, d. h., es stellt die Trink-, Lösch- und Industriewasserversorgung der Betriebe mit geringem Wasserverbrauch sicher. Getrennte Wasserversorgungssysteme (für Trink-, Lösch- und Brauchwasser) werden oft in Großbetrieben errichtet, wenn für Produktionszwecke eine große Wassermenge benötigt wird und es ökonomisch zweckmäßiger ist, ein Wasserversorgungssystem (bzw. einen Teil davon) mit vereinfachter Wasseraufbereitung zu errichten, als kostspielige Wasseraufbereitungsanlagen zu bauen und die ständigen Betriebskosten für die Wasseraufbereitung zu tragen.
In einigen Fällen, wenn der Druck im Wasserleitungsnetz in den Betrieben für Löschzwecke nicht ausreicht, wird eine gesonderte Löschwasserleitung angelegt.
Getrennt werden meistens die Hauswasserleitungen angelegt, die für einzelnstehende, überwiegend hohe Gebäude und Anlagen bestimmt sind; seltener sind getrennte Wasserversorgungssysteme für einen Betrieb insgesamt anzutreffen.

2.3. Systeme der Wasserversorgung von Industriebetrieben

Ein Industriebetrieb benötigt Wasser für Trink-, Lösch- und Produktionszwecke. In der Produktion wird das Wasser für die Kühlung, das Waschen, die Dampferzeugung und den Rohrleitungstransport sowie als Bestandteil von Erzeugnissen verwendet.
Viel Wasser wird für die Kühlung der Öfen, Maschinen und Apparate der metallurgischen, erdölverarbeitenden und chemischen Industrie und in den Wärmekraftwerken benötigt.
Wasser für Waschzwecke benötigt die Papier-, Zellulose-[1], Wollverarbeitungs-, Textil- und Lederindustrie, die Kunstfaser- und Baustoffindustrie u. a. Dieses Wasser darf keine Salze enthalten, die den Waschmittelverbrauch erhöhen bzw. die Farbe des Erzeugnisses beeinträchtigen, z. B. Eisensalze.
Der Charakter des Wasserversorgungssystems eines Industriebetriebes hängt vor allem davon ab, ob er sich in der Stadt befindet oder autonom außerhalb ihrer Grenzen liegt.
Betriebe im Stadtterritorium erhalten Trink- und Löschwasser in der Regel aus dem städtischen Wasserleitungsnetz.
Das Wasser kann in das innerbetriebliche Wasserleitungsnetz direkt von den städtischen Hauptversorgungsleitungen eingespeist werden, oder es können örtliche Pumpstationen zur Druckerhöhung mit eigenen Druckregel- bzw. Vorratsregelbehältern (Wassertürme) und unterirdische Löschwasserbehälter erforderlich sein, wenn der Betrieb einen höheren Druck im Netz benötigt. In allen Fällen müssen mindestens zwei Einspeisungen von den städtischen Leitungen vorhanden sein. Das

1 Für die Gewinnung von 1 t Zellulose werden 700 m^3 Frischwasser benötigt.

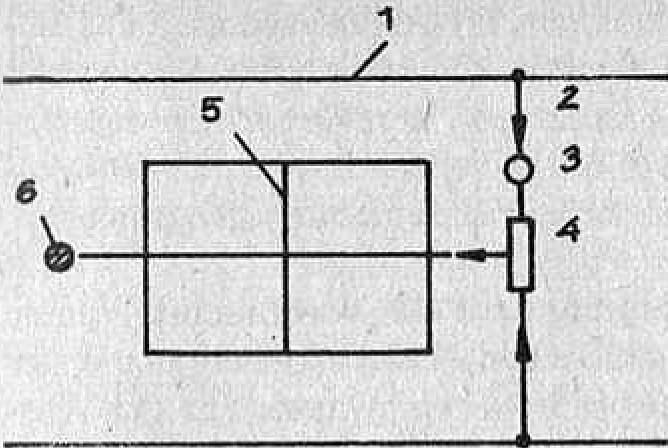


Bild 12:
Schema der Versorgung eines Industriebetriebes aus dem städtischen Wasserleitungsnetz
1 – städtische Hauptwasserleitung; 2 – Wasserleitungseinführung; 3 – Behälter; 4 – Pumpstation; 5 – innerbetriebliches Wasserleitungsnetz; 6 – Wasserturm

Schema der Wasserversorgung eines Industriebetriebes aus der städtischen Wasserleitung ist auf Bild 12 dargestellt. Zur Einsparung kann das Wasser mehrfach verwendet werden. Dementsprechend können die Wasserversorgungssysteme von Betrieben als Durchlauf-, Umlauf- und Mehrfachnutzungssysteme angelegt sein (Bild 13).
Das Durchlaufwasserversorgungssystem, bei dem das Wasser nur einmal verwendet und danach in das Abwassernetz abgelassen wird, ist hinsichtlich des Wasserverbrauches äußerst unökonomisch.
Es gibt viele Produktionsbereiche, in denen das Wasser für die Kühlung von metallurgischen Öfen (Hoch-, Siemens-Martin-, Glüh-, Walzstraßenöfen), von flüssigen und gasförmigen Produktionserzeugnissen in den Wärmeaustauschapparaten der chemischen und erdölverarbeitenden Betriebe, von Dampf in den Dampfkondensatoren der Wärmekraftwerke usw. benötigt wird. In diesem Falle zirkuliert das Wasser in geschlossenen Systemen, wird nicht verunreinigt, sondern nur erwärmt, und kann folglich erneut verwandt werden.

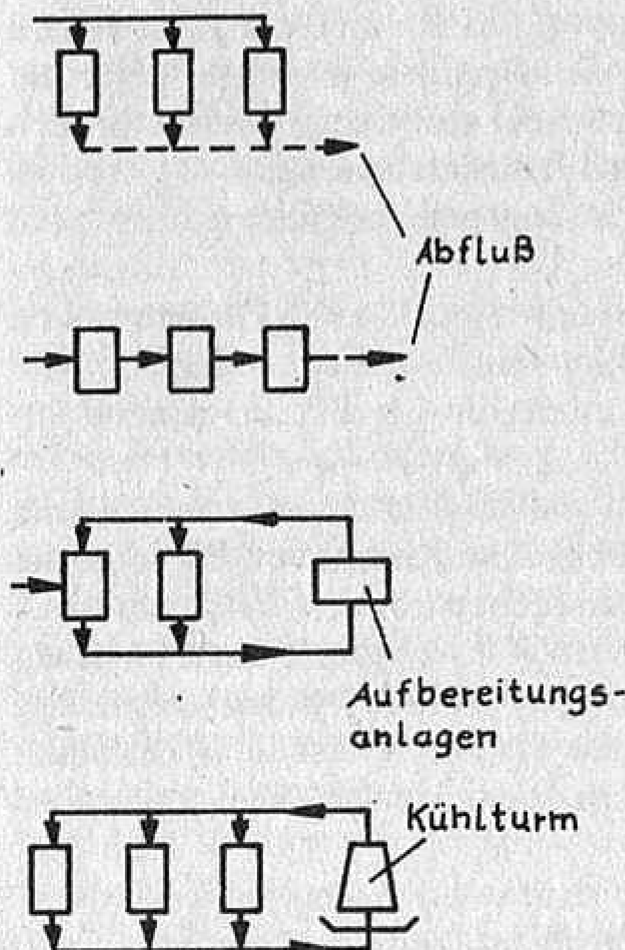


Bild 13:
Schema der Nutzung des Wassers in Industriebetrieben

In einem Umlaufsystem wird das in einem Produktionsbereich des Betriebes verbrauchte Wasser anschließend in einem zweiten und sogar in einem dritten Produktionsbereich genutzt und erst danach in das Abwassernetz eingeleitet oder weiter, z. B. für den hydraulischen Rohrleitungstransport der Asche und Schlacke von Energieerzeugungsanlagen, verwendet.
Im System der Umlaufwasserversorgung wird das verbrauchte Wasser durch Kühlanlagen (Kühltürme, Kühlbecken, Teiche) geleitet und der Produktion mit einem Zusatz von 3 bis 5% Frischwasser aus der Wasserquelle zur Auffüllung der Verluste im System erneut zugeführt.
Die Wasserversorgung, bei der das verbrauchte Wasser im gleichen System Aufbereitungsanlagen durchläuft und erneut verwandt wird, wird als Mehrfachnutzungssystem bezeichnet. Dieses System ist dann zweckmäßig, wenn das Wasser nur leicht verunreinigt wird oder schwere Trübstoffe enthält, die sich durch einfaches Klären leicht entfernen lassen.
Häufig werden Gruppen- oder Kreiswasserversorgungssysteme errichtet, die mehrere Industrie- und Verkehrsbetriebe sowie Ortschaften mit Wasser versorgen.

2.4. Löschwasserversorgung

In Industriebetrieben wird in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsfähigkeit der Gebäude, der Brandgefährdungsklasse der Produktionsanlagen und der Größe des Gebäudes der Wasserverbrauch für einen Brand mit maximal 80 l/s angesetzt; die Berechnungszahl für die Gleichzeitigkeit von Bränden beträgt bei einem Territorium bis 150 ha ein Brand und bei einem Territorium über 150 ha zwei Brände. In diesen Fällen wird als Berechnungszeit für das Löschen des Brandes, innerhalb derer die Förderung der Berechnungswassermenge bei größtem Wasserverbrauch für andere Zwecke (ausgenommen sind lediglich Sprengen des Territoriums, Duschen und Waschen der Ausrüstung) gewährleistet werden muß, eine Zeit von 3 h angesetzt.
Damit wird für eine Stadt mit 500 000 Einwohnern und 5 Großbetrieben im Stadtterritorium für Löschzwecke eine Wasserförderung von $80 \cdot 3 + 80 \cdot 5 = 640$ l/s für einen Zeitraum von 3 h als ausreichend angesehen.
Aus den obigen Angaben ist ersichtlich, daß die Löschwasserversorgung nicht für das gleichzeitige Löschen einer großen Anzahl von Bränden, die zum Beispiel bei Naturkatastrophen ausbrechen können, ausgelegt ist.
In solchen Fällen darf die Berechnung des Wasserbedarfs nicht für einen oder mehrere Brände vorgenommen werden. Brände können gleichzeitig auf einem großen Territorium ausbrechen. Ebenfalls darf die Berechnung nicht anhand der Fläche erfolgen, da in der zentralen Brandzone alles schnell abbrennt.
Derartige Brände werden von der Peripherie aus, d. h., entlang der Grenze des Brandherdes, der sogenannten Feuerfront, zum Zentrum hin lokali-

Tabelle 1:
Wasserverbrauchsnormen für das Löschen von Bränden

Einwohnerzahl (1 000 Einwohner)	Berechnungszahl für die Gleichzeitigkeit von Einzelbränden	Wasserverbrauch für 1 Brand in l/s	
		Bebauung mit Gebäuden bis zu 2 Geschossen, unabhängig von der Feuerwiderstandsklasse der Gebäude	Bebauung mit Gebäuden mit 3 und mehr Geschossen, unabhängig von der Feuerwiderstandsklasse der Gebäude
5... 10	1	10	10...15
25... 75	2	10...20	15...25
100...200	2...3	25	35...40
300...500	3	–	55...80

siert und gelöscht. Es ist normal, daß in einer solchen Lage praktisch das gesamte Wasser in allen Wasserversorgungssystemen für die Brandbekämpfung eingesetzt wird. Jedoch kann auch diese Menge noch unzureichend sein, um so mehr, als in einem Wirkungsherd der Druck im Wasserleitungsnetz jäh abfallen kann und demzufolge auch die Möglichkeit der Wasserentnahme geringer wird. Deshalb müssen Reservewasserversorgungsquellen vorhanden sein. Als solche können mit Zufahrten und Wasserentnahmestellen ausgestattete Flüsse, Seen, Teiche und andere natürliche und künstliche Gewässer mit großen Wasservorräten dienen (ausführlicher siehe 2.8.).
Für Löschzwecke werden Hoch- und Niederdruckleitungen verwendet. Im ersten Fall muß der Druck, der für das Löschen eines Brandes direkt vom Hydranten aus erforderlich ist (Höhe des kompakten Strahles bei vollem Löschwasserverbrauch mindestens 10 m über dem höchsten Punkt des Abschnittes), im Wasserleitungsnetz von stationären Pumpen erzeugt werden.
Bei Niederdruckwasserleitungen wird der für das Löschen erforderliche Druck durch bewegliche Löschmittel – Fahrzeug- und Motorpumpen – erzeugt; jedoch muß auch in diesem Falle der Druck an den Hydranten für eine Strahlhöhe von mindestens 10 m ausreichen.
In Großstädten basiert die Wasserversorgung gewöhnlich auf mehreren Systemen, von denen ein jedes den gesamten Wasserbedarf bestimmter Stadtbezirke deckt. Für den Fall einer Havarie oder Instandsetzung werden die Netze über eine Ringleitung verbunden, wodurch einzelne Abschnitte abgesperrt werden können und die Wassereinspeisung aus anderen Systemen möglich ist.
Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Wasserversorgung einer Stadt,

eines großen Industriebetriebes bzw. einer Gruppe von Betrieben müssen diese

- ein Wasserversorgungsverbundsystem, das von verschiedenen Quellen gespeist wird,
- einen für Havariebedürfnisse ausreichenden Wasservorrat und
- eine Reservewasserversorgung für Löschzwecke

besitzen.

2.5. Wasserversorgung ländlicher Ortschaften

Die Wasserversorgungssysteme der Gemeinden unterscheiden sich von der städtischen Wasserversorgung durch die Leistungsfähigkeit und die Ausmaße der Netze und Anlagen. Die Tatsache, daß Elektroenergie nicht immer ausreichend und in einigen Gebieten gar nicht zur Verfügung steht, der vergleichsweise geringe Wasserverbrauch und weitere spezifische Ursachen drücken der Errichtung dieser Wasserversorgungssysteme ihren Stempel auf. Die Zusammensetzung der Wasserversorgungsanlagen wird auch von der Art der Wasserquelle, der Qualität des entnommenen Wassers, der Art und Weise der Wasserförderung sowie der Entfernung der Wasserquelle von der Ortschaft beeinflußt.
Ein ländliches Wasserversorgungssystem besteht aus Wasserentnahme-, Wasserförder-, Aufbereitungs- und Druckerzeugungsanlagen sowie dem Verteilernetz (Bild 14).

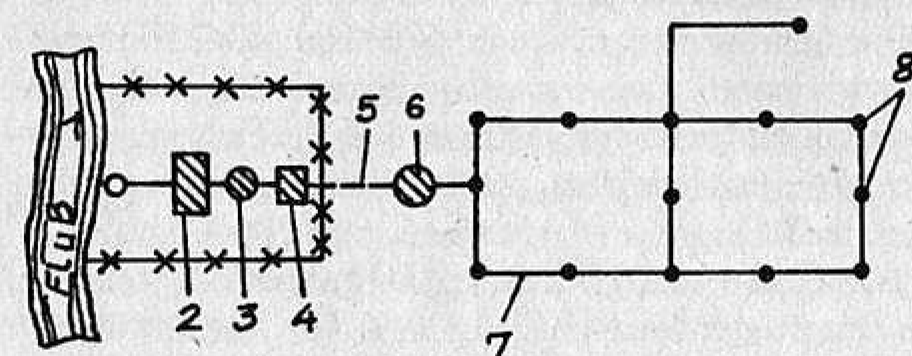


Bild 14: Schema der Wasserversorgung einer ländlichen Ortschaft
1 – Wasserentnahmestelle; 2 – Wasseraufbereitungsstation; 3 – Reinwasserbehälter; 4 – Pumpwerk; 5 – Wasserzubringerleitung; 6 – Wasserturm; 7 – Wasserleitungsnetz; 8 – Hydranten

Die Wasserleitung kann als Ring- oder als Einzelstrangnetz angelegt sein. Für die Wasserleitungsnetze in den Dörfern werden Asbestzementrohre, seltener Gußeisen- und Stahlrohre, verlegt.
In kleinen ländlichen Ortschaften wird das Wasser für Trink- und Nutzzwecke aus Schacht- und Uferbrunnen, aus Quellfassungen, aus einem Fluß oder aus einem See entnommen.
Uferbrunnen werden unter Ausnutzung von Oberflächen- oder Uferfiltratwasser der Flüsse und Seen angelegt. Diese Brunnen bestehen aus dem Wassersammelschacht, in den das Wasser aus einem Fluß (See)

durch einen Filtergraben oder durch Rohre mit einem Sandfilter, die im Erdreich verlegt sind, gelangt. Uferbrunnen sollten mindestens 50 m von der Uferlinie einer Oberflächenquelle entfernt errichtet werden.
Bei der Nutzung des Wassers von steigenden oder fallenden Quellen werden Wasserfassungen aus Kant- oder Rundhölzern, Stahlbetonringen oder einem anderen Material errichtet. Quellwasserfassungen bestehen aus dem Quellkopf und dem Sammelschacht. Zur Ableitung des Wassers in Behälter oder direkt zur Zapfstelle wird ein Wasserleitungsrohr oder eine Abflußrinne verlegt.

2.6. Wasserversorgung von Schutzräumen

Schutzräume sind Bauwerke, die die geschützte Unterbringung von Menschen für einen längeren Zeitraum gewährleisten sollen. Sie werden mit Wasserversorgungs- und Kanalisationssystemen ausgestattet. Das Wasserversorgungssystem muß den Trinkwasserbedarf der Schutzrauminsassen decken und den Betrieb der sanitärtechnischen Ausrüstungen gewährleisten.
Das Wasser gelangt in den Schutzraum vom Hof- oder Hauswasserleitungsnetz. Große Schutzbauwerke besitzen autonome Wasserquellen, Tiefbrunnen.
Für den Fall, daß die äußere Wasserversorgung ausfällt, sind im Schutzraum stationäre Behälter für den Notwasservorrat vorhanden. Das Fassungsvermögen der Behälter wird so bestimmt, daß der Bedarf für Trink- und sanitärhygienische Zwecke gedeckt wird.

2.7. Standhaftigkeit des Wasserversorgungssystems

Die Standhaftigkeit des Systems wird von der Möglichkeit bestimmt, bei Zerstörung einzelner seiner Elemente funktionstüchtig zu bleiben und die erforderliche Wassermenge zu fördern.
Das System der Wasserversorgung ist ein großer und komplizierter Komplex verschiedener Gebäude und Anlagen, von Rohrleitungen sowie energetischen Einrichtungen und Übertragungsleitungen. Diese Anlagen sind häufig über ein großes Territorium verstreut und voneinander weit entfernt. Deshalb dürfte schwerlich angenommen werden, daß alle Anlagen eines Wasserversorgungssystems gleichzeitig ausfallen können. Diese Behauptung ist noch mehr gerechtfertigt, wenn herkömmliche Sprengmunition eingesetzt wird. Behandeln wir einige Fragen, die mit der Gewährleistung der Standhaftigkeit und der Erhöhung der Betriebssicherheit der Wasserversorgungssysteme im Zusammenhang stehen.
Wie bereits gesagt wurde, sind die schwächsten Glieder eines Wasserversorgungssystems alle oberirdischen Anlagen und Gebäude, darunter die Transformatorenstationen und Pumpwerke, die mit komplizierten Nachrichten- und automatischen Systemen ausgestattet sind, die Gebäude der Aufbereitungsanlagen und andere oberirdische Objekte.

Ein besonders wichtiges Glied im Wasserversorgungssystem bilden die Pumpwerke, die die Förderung des Wassers direkt zu den Verbrauchern gewährleisten. Zieht man das in Betracht, müssen die Pumpwerke der ersten und zweiten Stufe unter Beachtung ihres Schutzes vor Waffenwirkungen (Druckwelle und andere Wirkungsfaktoren) gebaut werden.
In den Pumpwerken sind Maßnahmen notwendig, die ihre Standhaftigkeit und Betriebssicherheit sowohl im täglichen Betriebsregime als auch unter besonderen Bedingungen erhöhen. Diese Maßnahmen können bei der Rekonstruktion der Pumpwerke oder auf besondere Weisung durchgeführt werden.
Für eine Stadt müssen mindestens zwei bis drei Wasseraufkommen vorhanden sein. Industriebetriebe müssen mindestens zwei bis drei Anschlüsse an städtische Ringhauptleitungen besitzen.
Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Wasserversorgungssystems und zur Gewährleistung von Instandsetzungsarbeiten müssen die Verbindungsleitungen der Pumpwerke, Einlaßbauwerke, Aufbereitungs- und anderen Anlagen so projektiert werden, daß beim Ausfall einzelner Anlagen oder Elemente des Systems diese abgesperrt werden können, ohne die Funktion des gesamten Systems zu stören. Für diese Zwecke ist eine große Anzahl von Umschalt- und Absperrvorrichtungen vorgesehen, die es ermöglichen, das Wasser in eine beliebige Druckrohrleitung zu fördern und beschädigte Anlagen und Leitungen abzuschalten. Es sind Umgehungsleitungen vorzusehen, die die Wasserförderung unter Umgehung dieser beschädigten Abschnitte ermöglichen, z. B. unter Auslassung der Absetzbecken zu den Filtern oder an den Filtern vorbei zu den Reinwasserbehältern. Die Vielfalt der Varianten ist damit nicht erschöpft.
Es muß hervorgehoben werden, daß bei der Gewährleistung der Betriebssicherheit der Wasserversorgungssysteme Fragen gelöst werden können, die mit einer Verstärkung der Baukonstruktionen und Baugruppen verschiedener technologischer Gebäude, Anlagen und Netze, mit dem Anlegen von Vorräten an Baustoffen und Ausrüstung für deren schnelles Auswechseln u. a. verbunden sind. Aktiviertes, vergiftetes oder verseuchtes Wasser kann dem Verbraucher nur für technische Zwecke und erst dann, wenn die Dosisleistung bzw. der Grad der Vergiftung oder Verseuchung auf ungefährliche Werte abgesunken ist oder seine entsprechende Aufbereitung durchgeführt wurde, zugeführt werden. Dazu wird meistens die Zugabe von chemischen Reagenzien (gewöhnlich Chlor) zum Wasser mit Hilfe von Chlorierungsanlagen in den Pumpwerken mit nachfolgender Behandlung des Wassers in Aufbereitungsanlagen vorgesehen.
Die Art und Weise der Behandlung und Aufbereitung von vergiftetem und verseuchtem Wasser hängt vom Charakter und Grad der Vergiftung bzw. Verseuchung und den vorhandenen Reagenzien ab.
Das aufbereitete Wasser gelangt in die Reinwasserbehälter. Das sind in der Regel große unterirdische Behälter. Sie werden in den am höchsten liegenden Territorien untergebracht. Dadurch kann das Wasser im freien Auslauf in das städtische Netz eingespeist werden. Wenn der Schutz vor

einer Vergiftung und Aktivierung erforderlich ist, gewährleisten die Reinwasserbehälter einen ausreichend sicheren Notvorrat für den Fall, daß die Wasserentnahmebauwerke des Systems ausfallen.
Gesondert müssen die Lagerstätten der chemischen Reagenzien, z. B. Chlor, in den Wasserwerken betrachtet werden. Chlor wird bekanntlich in flüssigem Zustand in Metallbehältern unter hohem Druck aufbewahrt.
Beim täglichen Betrieb dieser Behälter sind Maßnahmen zur Verhinderung eines unkontrollierten Austretens des Chlors aus den Behältern oder aus den Verteilerrohrleitungen, zur Organisation der Kontrolle im angrenzenden Territorium u. a. durchzuführen.
Das Wasserleitungsnetz wird gewöhnlich als Ringnetz gebaut. Einzelstrangleitungen werden nur als Ausnahme zur Wasserversorgung von Verbrauchern angelegt, bei denen die Zuspeisung von Wasser für Produktionszwecke für die Zeit der Behebung einer Havarie unterbrochen werden kann.
Instandsetzungsabschnitte im Wasserleitungsnetz müssen so bemessen sein, daß im Falle einer Havarie oder Instandsetzung die Zufuhr von Wasser für Verbraucher, die ununterbrochen mit Wasser versorgt werden müssen, gewährleistet ist und maximal fünf Löschwasserhydranten gleichzeitig abgeschaltet werden können.
Ein Ringleitungsnetz ermöglicht die Bereitstellung von Wasser durch Umgehung von beschädigten oder zerstörten Abschnitten, wenn die Pumpwerke und Reinwasserbehälter erhaltengeblieben sind.
Bei der Entstehung eines Wirkungsherdes kann für das Auffinden und Absperren von beschädigten Abschnitten viel Zeit benötigt werden. Deshalb sollten in den Netzen Signalgeräte und automatische Absperrschieber eingebaut werden.
Hydranten werden entlang der Haupt- und Nebenstraßen in einem Abstand von maximal 100 m zueinander und in der Nähe von Kreuzungen angeordnet.
Wasserleitungsschächte, darunter auch jene, in denen Hydranten und Umschaltschieber eingebaut sind, können verschüttet werden. Deshalb müssen sie aus den möglichen Trümmerbereichen der Gebäude und Anlagen herausverlegt werden.
Zur gegenseitigen Verfügbarkeit sind die autonomen Wasserversorgungssysteme einzelner Betriebe miteinander und mit den städtischen Systemen bei Einhaltung der sanitärhygienischen Forderungen zu verbinden. In die Verbindungsleitungen werden zwei Absperrschieber eingesetzt, die im Frieden geschlossen und petschiert sind. Das ist dann erforderlich, wenn die Wasserqualität in den Systemen unterschiedlich ist. Zur Verbindung von Netzen der Trink- und Nutzwasserleitung mit Netzen, in denen zum Trinken ungeeignetes Wasser zugeführt wird, ist eine Absperrvorrichtung erforderlich, die zwischen diesen Netzen eine Luftlücke gewährleistet.
Eine auf Tiefbrunnen basierende Wasserversorgung ist zuverlässiger.
Unter den Bedingungen des Einsatzes von Massenvernichtungsmitteln durch den Gegner kann die Standhaftigkeit von Tiefbrunnen durch

Maßnahmen zum Schutz des Wassers vor Aktivierung, Vergiftung und Verseuchung an den oberirdischen Brunnenteilen und durch die Schaffung einer zuverlässigen Energieversorgung erhöht werden.

2.8. Reservewasserversorgung

Wasser wird in einem Wirkungsherd vor allem zum Löschen von Bränden bei der Einführung der Kräfte der Zivilverteidigung zu den Orten der unaufschiebbaren Rettungs- und Bergungsarbeiten benötigt. Dazu müssen je 50 m Feuerfront bei einem einseitigen Brand 20 l/s und bei einem zweiseitigen Brand 40 l/s zugeführt werden.
Wasser wird ebenfalls dazu benötigt, die Durchführung der Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten zu gewährleisten und Brände der wichtigsten Gebäude in den Objekten der Volkswirtschaft zu lokalisieren.
Eine noch größere Wassermenge und mehr Zeit werden für das Lokalisieren und anschließende Löschen von großen Flächenbränden benötigt (25 l/s für 5 h je 50 m Feuerfront).
Das städtische Wasserversorgungssystem kann selbst dann, wenn seine Funktionstüchtigkeit vollständig erhaltengeblieben ist, die Zufuhr einer ausreichenden Wassermenge nicht gewährleisten. Deshalb sind große Reservewasserquellen erforderlich, aus denen das Wasser im nötigen Umfang entnommen und zu den Brandherden gefördert werden kann.
Als solche Wasserquellen können entsprechend ausgebaute Flüsse, Seen, Stauseen, Teiche und andere natürliche und künstliche Gewässer dienen. Für die Wasserentnahme aus solchen Quellen sind spezielle Zufahrten mit Plätzen für das Aufstellen der Pumpstationen der Löschtechnik erforderlich. Es können auch Uferstraßen oder Kais genutzt werden, wenn das die Saughöhe (praktisch maximal 4 m vom Wasserspiegel bis zur Pumpenachse) gestattet, oder es werden Wasserentnahmeschächte angelegt (Bild 15).
Das Netz der natürlichen und künstlichen Gewässer, das vollständig den Löschwasserbedarf der Stadt decken kann, wird in erheblichem Maße von den Möglichkeiten der Löschtechnik bestimmt.
Die modernen Pumpfahrzeuge sind mit Schläuchen ausgestattet, die die Wasserförderung über eine Entfernung bis zu 1 km zulassen, während bei mobilen Pumpstationen auch größere Entfernungen möglich sind. Also gewährleistet die Anordnung von künstlichen Gewässern in einer Entfernung von 1,5 bis 2 km zueinander beim Vorhandensein von moderner Löschtechnik eine zuverlässige Dublierung der Löschwasserversorgung.
Die Einordnung der künstlichen Gewässer in das Bebauungsterritorium sowie die Bestimmung ihrer Volumen und Formen erfolgen unter Berücksichtigung einer Reihe von technischen Faktoren und Forderungen an die Schaffung von Grünanlagen in enger Verknüpfung mit der geplanten städtebaulichen Lösung.
Die künstlichen Löschteiche erfüllen auch andere Funktionen. An den

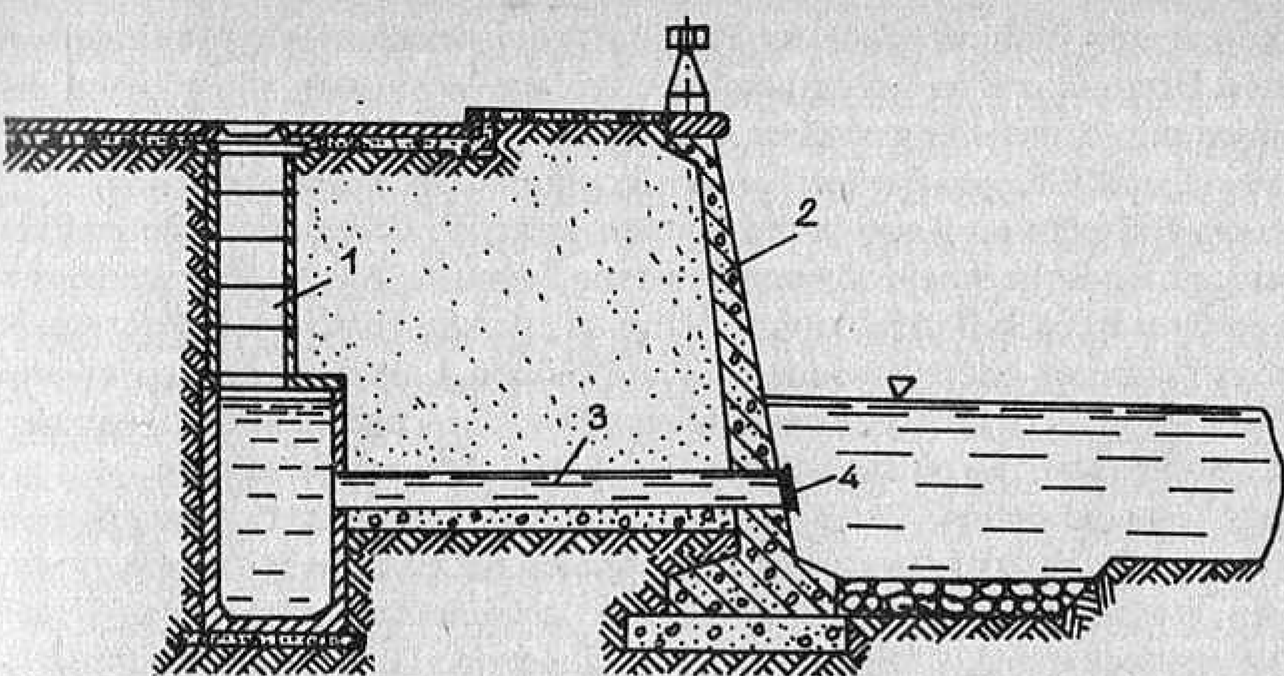


Bild 15: Wasserentnahmeschacht an einem Kai
1 – Wasserentnahmeschacht; 2 – Stützwand; 3 – Verbindungsrohr; 4 – Rohrkopf mit Metallgitter

Gewässern können im Sommer Bootsausleihstationen oder Freibäder und im Winter Hockey- oder Eislaufflächen eingerichtet werden. Dekorative Gewässer tragen zur Verschönerung der Städte bei.
Nicht außer Acht gelassen werden darf die Möglichkeit, für die Schaffung von Reservewasservorräten verschiedene Behälter zu nutzen, die gewöhnlich in den Objekten der Kommunalwirtschaft der Städte und in den Betrieben vorhanden sind, wie Metallbehälter, Zisternen, Kühlbecken, Behälter unter den Kühltürmen usw. Es versteht sich, daß für die Wasserentnahme zur Brandbekämpfung Wasserentnahmeschächte oder andere Vorrichtungen gebaut werden müssen. Um den Schutzgrad der Behälter zu erhöhen, sollten diese in die Erde eingelassen oder mit Wällen umgeben werden. Oberirdische Behälter müssen im Winter geschützt werden.
Große Bedeutung besitzen Reserveschacht- und -tiefbrunnen, die an Stellen zu errichten sind, wo sich Menschen in größerer Zahl aufhalten können und wo das Hauptwasserversorgungssystem nicht ausreichend zuverlässig ist.
Auf schiffbaren Flüssen und auf Meeren werden zum Löschen von Bränden auf dem Wasser und in Küstenzonen effektiv speziell ausgestattete Schiffe eingesetzt. Sie besitzen eine leistungsstarke Pumpausrüstung, die die Förderung einer beträchtlichen Anzahl von Wasserstrahlen unter hohem Druck ermöglicht, und sind in der Lage, Wasservorhänge zu schaffen. Eine leistungsstarke Pumpausrüstung besitzen ebenfalls Schlepper, Bergungs- und andere Schiffe, wodurch sie direkt am Löschen von Bränden teilnehmen und nötigenfalls Wasser in die Wasserversorgungssysteme auf dem Lande einspeisen können. Frühzeitig vorbereitete Anlegestellen sowie Ufervorrichtungen mit Kompensatoren für die Wasserübernahme ergeben eine zusätzliche Quelle vor allem für die Löschwasserversorgung.

Im zweiten Weltkrieg war der Bau von provisorischen Pumpstationen an den Ufern von Flüssen und anderen großen Gewässern, die nötigenfalls über ein Rohrleitungssystem die erforderliche Wassermenge zu den brandgefährdetsten Stellen fördern konnten, weit verbreitet.
Beim Einsatz von Kernwaffen können derartige Uferstationen ebenfalls eine große Rolle spielen, besonders dann, wenn sie z. B. in Senkschächten errichtet werden. Pumpstationen können auch fahrbar sein, auf der Basis von Traktoren oder schwimmfähig, auf Flößen, Lastkähnen, Schiffen und Saugbaggern. Als Zubringerleitungen für derartige Stationen können Rohre dienen, die direkt auf der Erdoberfläche verlegt werden.
Als schwimmende Pumpstationen können Spülbagger (Saugbagger) dienen. Sie besitzen in der Regel Leitungen mit erheblicher Länge, durch die Wasser über große Entfernungen gefördert werden kann. Unter Kriegsbedingungen können diese Stationen bei Beachtung bestimmter sanitärhygienischer Forderungen (obligatorische Chlorierung) an das Wasserversorgungssystem eines Betriebes oder einer Stadt angeschlossen werden.
Mit jedem Jahr bewässern die Sowchose und Kolchose immer umfangreicher auf großen Flächen landwirtschaftliche Kulturen durch künstliche Beregnung. Die für diese Zwecke eingesetzte Pumpausrüstung und die Rohrleitungen können erfolgreich für die Wasserförderung zur Brandbekämpfung genutzt werden.
Zum Beispiel kann die Beregnungsanlage DDN-30S über beträchtliche Entfernungen bis zu 30 l Wasser je Sekunde bei einem Druck von 800 kPa fördern. Die Beregnungsanlagen KDU-41, DLA-100 und KD 200 können als Pumpstationen eingesetzt werden. Ihre Leistungen betragen bis zu 200 l/s.
Effektiv sind die an Traktoren angebauten Weitstrahlberegnungsanlagen DDN-45 und DDN-70 mit Pumpen für eine Leistung von 33 l/s und 65 l/s bei einer Reichweite des Strahls von 50 bis 55 m.
Nach den Erfahrungen des Großen Vaterländischen Krieges können als Reservequellen der Löschwasserversorgung unterirdische Wasserläufe durch den Einbau von speziellen Unterdruckanlagen genutzt werden.
Für den Antransport von Wasser eignen sich verschiedene Behälterfahrzeuge, wie Kraftstofftransportfahrzeuge und Straßentankwagen, Milchtransportfahrzeuge, Gülle- und Waschfahrzeuge, Straßensprengwagen, Zementtransportfahrzeuge u. a. Diese Fahrzeuge besitzen große Behälter und sind mit Pumpen ausgestattet, mit denen Wasser unter Druck durch Schläuche zum Löschen von Bränden und für die Wasserversorgung gefördert werden kann.

2.9. Charakter möglicher Zerstörungen von Wasserversorgungssystemen

In einem Wirkungsherd können dem städtischen Wasserversorgungssystem infolge der Wirkung der Druckwelle einer Kernwaffendetonation verschiedene Beschädigungen zugefügt werden, oder es kann vollständig

ausfallen. Infolge der Zerstörungen und Beschädigungen der oberirdischen Gebäude und Anlagen der Stadtbebauung beginnt das Wasser an beschädigten Hauswasserleitungsnetzen und zerstörten Abschnitten der städtischen Leitungen an vielen Stellen auszutreten, der Druck im Netz fällt ab. Nicht ausgeschlossen ist die Möglichkeit einer direkten Schädigung der Wasserwerke.

In den Städten Hiroshima und Nagasaki haben die Atombombendetonationen keine bemerkenswerten Zerstörungen derHauptversorgungsleitungen und Verteilernetze hervorgerufen. Die Reinwasserbehälter, die sich weit außerhalb der Stadtgrenzen befanden, lagen außerhalb der Wirkungszone der Druckwelle. Jedoch sank infolge von Zerstörungen der oberirdischen Bebauung und Rohrbrüchen innerhalb der beschädigten Gebäude und an den Einführungen in die Gebäude der Druck in der Wasserleitung jäh ab. Dadurch war es sehr schwierig, die Wasserleitung für das Löschen der Brände zu nutzen.

Bei der Beurteilung der Elemente des städtischen Wasserversorgungssystems unter dem Gesichtspunkt der Möglichkeit seiner Beschädigung durch die Einwirkung der Druckwelle einer Kernwaffendetonation muß davon ausgegangen werden, daß die oberirdischen Gebäude und Anlagen des Wasserversorgungssystems (Pumpwerke, Wassertürme, Brunnenhäuser der Tiefbrunnen usw.) am ehesten beschädigt und zerstört werden. Anfällig gegenüber der Wirkung der Druckwelle ist der energetische Teil des Systems, besonders Freiluftumspannstationen und die gesamten Kontrollmeßgeräte.

Die Wasserentnahmevorrichtungen, Aufbereitungsanlagen und Reinwasserbehälter, die in der Regel in teilweise oder vollständig unterirdischen Bauwerken untergebracht sind, besitzen eine hohe Standhaftigkeit.

Die Zerstörungen einzelner Anlagen des Wasserversorgungssystems können dazu führen, daß die Einspeisung von Wasser in das Verteilernetz vollständig oder teilweise unterbrochen wird.

Zum Beispiel ist bei einer Zerstörung der Umspannstation ein vollständig erhaltengebliebenes Wasserversorgungssystem nicht mehr nutzbar (sofern es keine geschützte Notstromversorgung gibt). Zu schweren Folgen kann auch die Zerstörung der Pumpwerke der ersten Stufe führen; in diesen Fällen kann das Netz Wasser lediglich aus Reinwasserbehältern erhalten, die in der Regel an höherliegenden Stellen untergebracht sind und aus denen das Wasser im freien Auslauf in das Netz eingespeist werden kann.

Eine vollständige Zerstörung der Pumpwerke der zweiten Stufe ist weniger gefährlich, denn von den Pumpwerken der ersten Stufe kann gewöhnlich eine bestimmte Wassermenge in die Stadt gefördert werden, wenn entsprechende Umgehungswasserleitungen vorhanden sind.

Bei einer Zerstörung der Aufbereitungsanlagen kann das Wasser ebenfalls in das Stadtnetz eingespeist werden, wobei jedoch zu beachten ist, daß es nicht aufbereitet sein wird.

Es kann angenommen werden, daß ein beträchtlicher Teil der oberirdischen Anlagen bei einer Kernwaffendetonation ernsthafte Zerstö-

rungen in der Wirkungszone der Druckwelle mit einem Überdruck von 30 kPa und mehr davontragen wird. Die unterirdischen Verbindungsleitungen des Wasserversorgungssystems sind gegenüber der Wirkung der Druckwelle widerstandsfähiger.
Für die Zerstörung von unterirdischen Anlagen ist ein bedeutender Druck erforderlich (für Wasserleitungsrohre etwa 200 bis 350 kPa). Je kleiner der Durchmesser ist, desto widerstandsfähiger ist die Rohrleitung. Unterirdische Rohrleitungen werden durch die Wirkung der Stoßwelle im Erdreich zerstört, die ihre ungleichmäßige Verschiebung bewirkt.
In ein und derselben Entfernung vom Detonationszentrum werden radial dazu verlaufende Rohrleitungen stärker beschädigt. Zu Zerstörungen der Rohrleitungen kommt es hauptsächlich an ihren Verbindungsstellen und Einführungen in Gebäude. Zu Zerstörungen der Kontrollschächte von Verteiler- und Hauptversorgungsleitungen kann es durch die unmittelbare Einwirkung der Druckwelle und durch das Herabstürzen von schweren Trümmerstücken zerstörter Gebäude und Anlagen kommen.
In der Betriebspraxis von städtischen Wasserversorgungssystemen treten zuweilen schwere Havarien auf, die großen materiellen Schaden verursachen können, wenn nicht dringliche Maßnahmen zu ihrer Lokalisierung und Behebung eingeleitet werden. Dabei muß auf den komplexen Charakter von schweren Havarien hingewiesen werden, denn die Beschädigung von Hauptwasserleitungen kann zum Beispiel die Überflutung von Kellern nach sich ziehen, in denen Ausrüstung und Geräte der Elektroenergieversorgung installiert sind, und deren Ausfall kann seinerseits zur Unterbrechung der Energieversorgung und damit zum Stillstand des Produktionsprozesses führen usw.
Betrachten wir einige Beispiele. Unter einer Straße in einer Stadt platzte ein gußeisernes Rohr der Hauptwasserleitung mit 300 mm Durchmesser. Da das Betonbett und die Asphaltschicht der Fahrbahn der Straße das Austreten des Wassers an die Oberfläche erschwerten, suchte sich das Wasser seinen Weg in der darunterliegenden Sandschicht, in der die Zubringerleitung verlegt war. Auf diesem Wege stieß das Wasser auf einen halbbegehbaren Kabelkollektor und drang durch die Sandbettung in den Kollektor und durch eine Abzweigung des Kollektors in die Kellerräume einiger Gebäude ein, die von der Havariestelle weit entfernt lagen. Nach 3 bis 5 h waren mehrere Keller überflutet. Die Schwierigkeit bestand vor allem darin, die Stelle zu bestimmen, an der die Rohrleitung zerstört war. An der Rißstelle des Rohres gab es keinerlei Anzeichen für die Havarie, und die überfluteten Räume befanden sich mehr als 500 m von der Havariestelle entfernt.
Unter den Bedingungen der städtischen Bebauung konnte angenommen werden, daß der Wassereinbruch in die Keller von zerstörten, in der Nähe der Gebäude liegenden Wasserleitungsrohren herrührt, die von den Arbeitern des Havariedienstes sofort abgesperrt wurden. Da aber der Wassereinbruch nicht aufhörte, mußten die Absperrschieber in den Leitungen, die ein beträchtliches angrenzendes Territorium versorgten, geschlossen und festgestellt werden, wo der Wasserdruck abfiel. Erst danach wurde die Havariestelle lokalisiert.

Auf Bild 16 ist das allgemeine Bild einer Überschwemmung der Fahrbahn einer Straße bei der Zerstörung einer Hauptwasserleitung mit großem Durchmesser gezeigt. Durch das Auslaufen des Wassers wurde die gesamte Fahrbahn der Straße überschwemmt, wodurch der Fahrzeugverkehr unmöglich wurde.

Es darf nicht vergessen werden, daß die Pumpwerke häufig außerhalb der Stadt untergebracht werden und deshalb funktionstüchtig bleiben können.

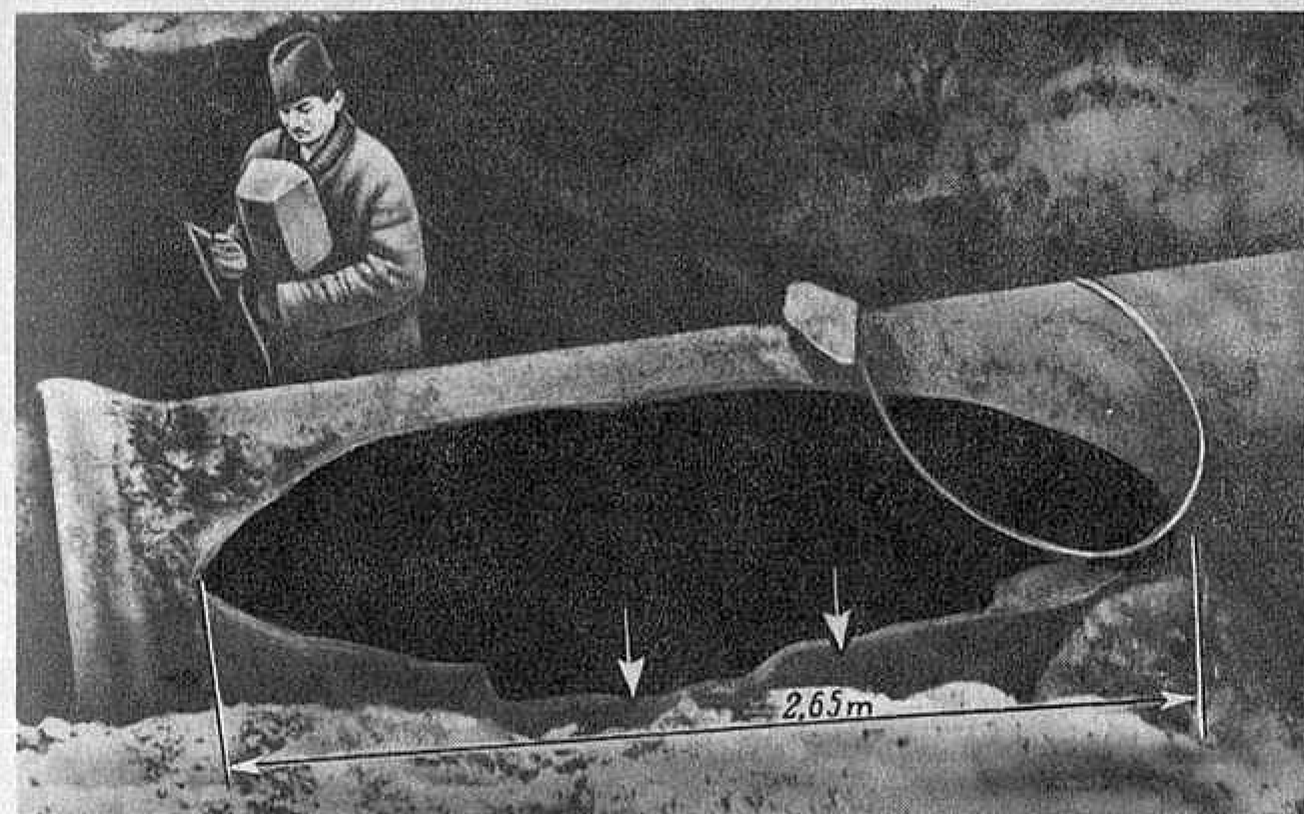




Bild 16: Havarie einer Hauptversorgungsleitung
a – Gesamtansicht des beschädigten Wasserleitungsrohres; b – überschwemmter Straßenabschnitt

In einem Kernwaffenwirkungsherd sind unter den Bedingungen der komplizierten Verflechtung der städtischen kommunalen und Energieversorgungsnetze komplexe Havarien möglich, die großen Schaden verursachen können, wenn nicht kurzfristig Maßnahmen zu ihrer Behebung eingeleitet werden. Beim Einsatz von herkömmlicher Sprengmunition ist es schwierig, die Wasserversorgung einer Stadt oder eines großen Industrieobjektes, die von mehreren Wasserquellen gespeist werden, außer Betrieb zu setzen, denn die wichtigsten Knotenpunkte des Wasserversorgungssystems sind in beträchtlichen Territorien dezentralisiert.
In den Jahren des Großen Vaterländischen Krieges wurde die Funktionsfähigkeit des Wasserversorgungssystems mit solchen elementaren Mitteln, wie das Anbringen von Schutzkappen und -decken über der Ausrüstung, das Errichten von Traversenwänden, das Zumauern von Fensteröffnungen, das Anlegen von Umgehungen usw., sprunghaft erhöht. Der Ausfall einzelner Baugruppen des Systems nach Volltreffern von Fliegerbomben führte nicht zu einer wesentlichen Verringerung der Wasserförderung.

2.10. Instandsetzungsarbeiten an Wasserversorgungsnetzen und Methoden ihrer Ausführung

Täglich werden an den Wasserversorgungssystemen Arbeiten zur Behebung verschiedener Havarien und Schäden, die während des Betriebes auftreten, und planmäßige Instandsetzungen einzelner Abschnitte und Baugruppen des Systems und der Anlagen durchgeführt. Alle Methoden und Verfahren der Ausführung von Arbeiten an den Wasserleitungsnetzen und -anlagen im Frieden sind auch für die Beseitigung der Folgen in Wirkungsherden anwendbar. Jedoch muß dabei berücksichtigt werden, daß die Instandsetzungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd in der Regel zur Sicherstellung der Rettungs- und Bergungsarbeiten und zur Verhütung weiterer Zerstörungen durchgeführt werden und daß die Ausführung dieser Arbeiten in erheblichem Maße durch verschiedene Umstände erschwert wird. Es werden viele Arbeitskräfte und viel Technik benötigt. Abhängig von den Zeiten für die Durchführung (die äußerst knapp sein werden) und den konkreten Bedingungen können verschiedene Methoden der Ausführung der Instandsetzungsarbeiten angewendet werden. Entscheidender Faktor bei der Auswahl der einen oder anderen Methode werden vor allem die möglichen Ausführungstermine sein. Das trifft besonders für die unaufschiebbaren Arbeiten zu.
Daher rührt auch eine sehr wichtige Forderung, die an die Methoden der Ausführung und die konstruktiven Lösungen gestellt wird: sie müssen so einfach wie möglich und ausführbar sein und die Nutzung von Vorrichtungen, Ausrüstungen und Materialien ermöglichen, die an Ort und Stelle vorhanden sind bzw. beschafft werden können.
Eine vorrangige Aufgabe an den Wasserversorgungssystemen in einem Wirkungsherd ist die Ausführung der unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten zur Sicherstellung der Brandbekämpfung und zur Deckung eines

Minimalbedarfs der Bevölkerung und der Betriebe an Trinkwasser. Eine wichtige Aufgabe ist es auch, den unkontrollierten Austritt von Wasser, der die Gefahr der Unterspülung von großen Bauwerken heraufbeschwören kann, zu verhindern und die Bedingungen für die nachfolgenden Instandsetzungsarbeiten ohne Unterbrechung der Wasserversorgung zu schaffen.

Die Arten der Arbeiten zur Behebung von Havarien an den Wasserversorgungssystemen behandeln wir in Abhängigkeit vom Charakter der Rettungs- und Bergungsarbeiten.

Havariearbeiten zur Beseitigung der Gefahr einer Überflutung von Schutzräumen und Kellern. Zu den Arbeiten für die Rettung und Bergung von Menschen, die sich in verschütteten Schutzräumen, Deckungen und Kellern sowie unter den Trümmern von Gebäuden befinden, gehören Arbeiten zur Verhütung und Beseitigung einer Überschwemmung.

Hauptquellen für das Eindringen des Wassers in einen Schutzraum oder Keller, der für die geschützte Unterbringung von Menschen genutzt wird, können beschädigte Hauswasser-, Heizungs- oder Kanalisationsleitungen sein, die in unmittelbarer Nähe des Schutzraumes verlaufen bzw. in einem Kanal verlegt sind oder an den Einführungsstellen in Gebäude beschädigt werden. Äußerst gefährliche Überflutungen können sich ergeben, wenn Hauseinführungen oder Hauptversorgungsleitungen mit großem Durchmesser in der Nähe von Kellerschutzräumen beschädigt werden. Das Wasser, das durch Undichten in den Umfassungskonstruktionen der Schutzräume sowie durch Risse in den Wänden und Fundamenten, die sich infolge der Detonation bilden können, hindurchsickert, gelangt in das Innere der Räume und schafft damit eine Gefahr für das Leben der Menschen.

Hauptversorgungsleitungen, die in der Nähe von verschütteten Schutzräumen, Kellern und Deckungen verlaufen, können durch die unmittelbare Einwirkung der Druckwelle oder durch herabstürzende schwere Trümmerstücke zerstörter Gebäude beschädigt werden. Dabei kann durch das Setzen der Böden die Dichtheit der Rohrverbindungen beeinträchtigt werden. Infolge ungleichmäßiger Längsbelastungen der Rohrleitungen können diese bersten oder brechen. An den Schadstellen kann es zum Ausspülen und Nachrutschen des Erdreiches und somit zur Trichterbildung und Überschwemmung angrenzender Abschnitte kommen.

Um unter diesen Bedingungen eine Überflutung zu verhindern, müssen auf dem Fließweg des Wassers zum Schutzraum Erddämme oder -wälle aufgeschüttet bzw. Wasserableitungsrinnen, -gräben oder -überläufe angelegt werden. Derartige Arbeiten sollten möglichst frühzeitig ausgeführt werden. Gleichzeitig werden die beschädigten Abschnitte des Wasserleitungsnetzes durch Schließen der Absperrschieber abgeschaltet (Bild 17).

Die Behebung von Schäden an Wasserleitungen ist mit Grabe- und arbeitsintensiven Instandsetzungsarbeiten verbunden. Dazu ist neben der manuellen Arbeit der Einsatz von Erdaushub-, Wasserabpump- und anderen Maschinen und Einrichtungen erforderlich.

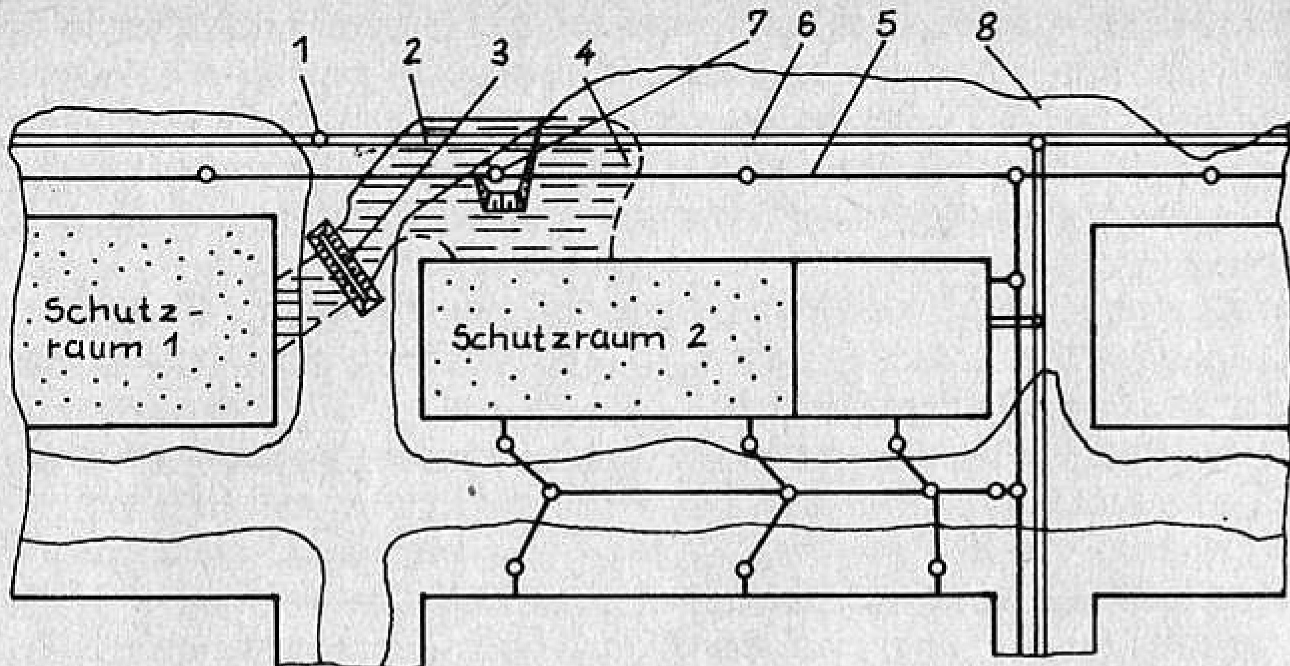


Bild 17: Schema der Instandsetzungsarbeiten zur Verhütung der Gefahr einer Überflutung von Kellerschutzräumen infolge der Beschädigung von Wasserversorgungsleitungen
1 – Absperrschieber in der Hauptwasserleitung; 2 – Überschwemmungszone; 3 – Erdaufschüttung zur Verhinderung der Überflutung des Schutzraumes Nr. 1; 4 – Schadstelle des Rohres; 5 – Kanalisation; 6 – Wasserleitung; 7 – Beseitigung der Verschüttung über dem Deckel des Kanalisationsschachtes und Gewährleistung des Wasserabflusses in die Kanalisation; 8 – Trümmerbereich des Gebäudes

Instandsetzungsarbeiten zur Sicherstellung der Bewegung im Wirkungsherd. Eine Zerstörung oder Beschädigung von Wasserleitungen bzw. Hauptwasserleitungen mit großem Durchmesser in der Nähe eines Straßenkörpers kann zu einer Überschwemmung oder Unterspülung einzelner Abschnitte von Straßen, Durchfahrten und anderen Verkehrswegen führen, wodurch die Einführung von Kräften der Zivilverteidigung in den Wirkungsherd erschwert oder unmöglich gemacht wird.

In einer Reihe von Fällen wird das Abfließen des Wassers von den Bruchstellen der Wasserleitung durch die Regenwasserabflüsse der Straßenkanalisation erschwert, weil diese beschädigt oder die Wassereinlaufschächte verschüttet sind.

Die Arbeiten zur Verhinderung bzw. Lokalisierung der Überschwemmung und Unterspülung der Fahrbahn von Straßen werden mit dem Absperren des beschädigten oder zerstörten Abschnittes der Wasserleitungen und der nachfolgenden Ableitung des Wassers vom Straßenkörper (Anlegen von Überläufen, Kanälen und Rinnen, Freigraben und Beräumen der Kanalisations- und Wassereinlaufschächte) verbunden sein (Bild 18).

Instandsetzungsarbeiten zur Wasserversorgung für die Brandbekämpfung. Abhängig vom Charakter der Schädigungen und Zerstörungen und vom Grad der frühzeitigen Vorbereitung des Wasserversorgungssystems der Stadt werden für die Sicherstellung der Brandbekämpfung mit Wasser folgende Arbeiten besonders wichtig sein:

– die Wiederherstellung der teilweise beschädigten Pumpwerke der er-

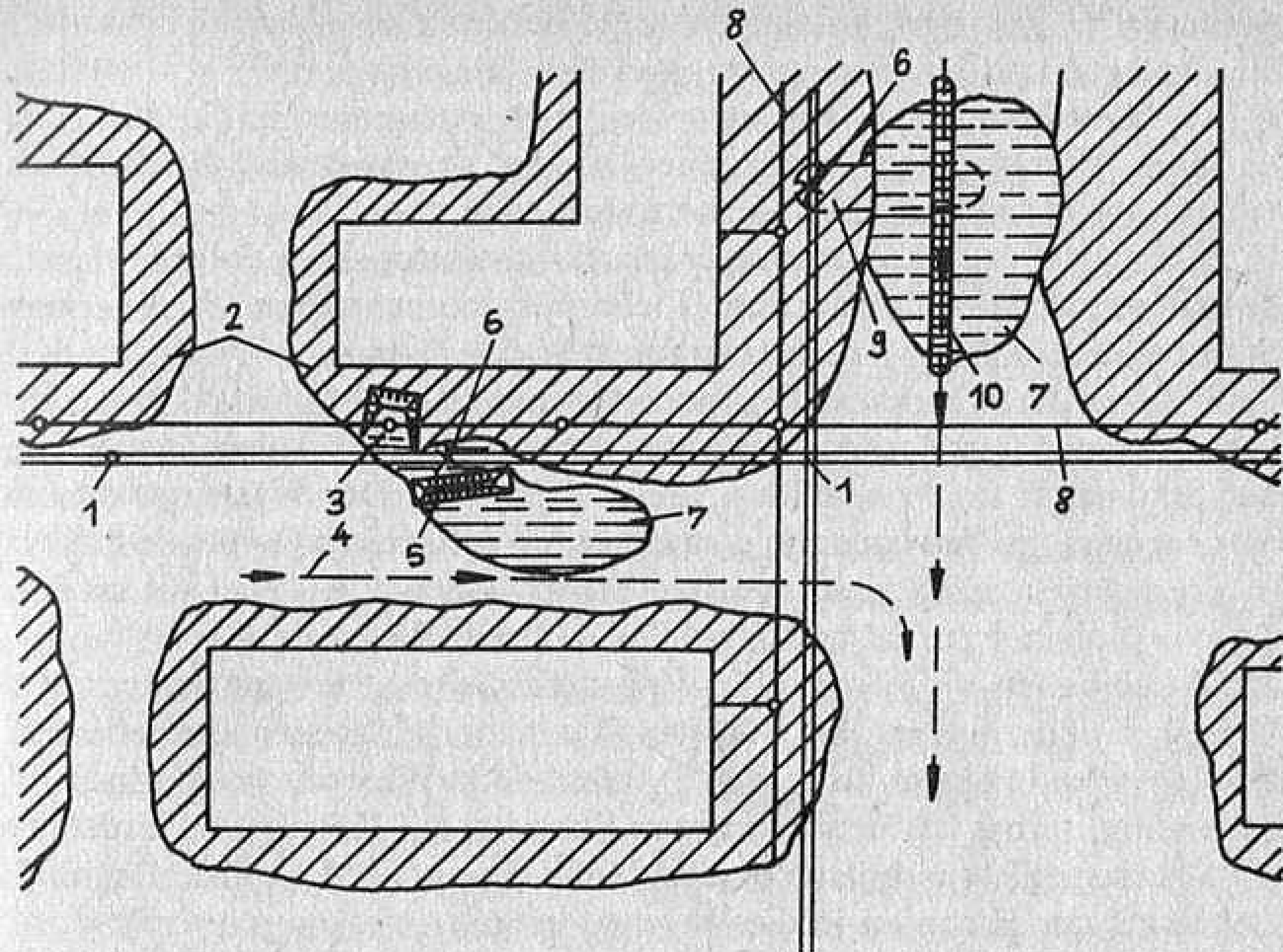


Bild 18: Schema der unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten am Wasserversorgungsnetz zur Sicherstellung der Bewegung im Wirkungsherd
1 – Schließen des Absperrschiebers in der Hauptwasserleitung; 2 – Trümmerbereich der Gebäude; 3 – Beseitigung der Verschüttung über dem Deckel des Kanalisationsschachtes und Gewährleistung des Abfließens des Wassers in die Kanalisation; 4 – Marschrichtung der Formationen; 5 – Aufschütten von Erdwällen zur Ableitung des Wassers vom Straßenkörper; 6 – beschädigte Abschnitte der Wasserleitung; 7 – Überschwemmungszone; 8 – Kanalisation; 9 – unterspülter Straßenabschnitt; 10 – Anlegen einer Überfahrt über unterspülte Abschnitte der Fahrbahn der Straße

sten und zweiten Stufe und ihre Wiederingangsetzung bzw. die Errichtung von provisorischen Pumpwerken bei vollständiger Zerstörung der Hauptpumpwerke;
- die Behebung von Schäden und Zerstörungen an den Netzanlagen (Wiederherstellung und Instandsetzung einzelner Netzabschnitte, Errichtung von Umgehungsleitungen, Überläufen u. a.;
- die Abschaltung einzelner Abschnitte des Wasserleitungsnetzes der Stadt, um an den wichtigsten Stellen der Brandbekämpfung Druck erzeugen zu können;
- das Beräumen und die Vorbereitung der Kontrollschächte und Löschwasserhydranten zum Anschluß der Wasserentnahme- und Zapfmittel für die Brandbekämpfung;
- die Sicherstellung der Wasserentnahme aus den künstlichen Gewässern, aus Teichen, Seen und Flüssen (Sicherstellung der Durchfahrt sowie Anlegen von Zufahrten, Abfahrten und Rampen an den Wasserentnahmestellen).

Befassen wir uns nun mit einigen Arten der Instandsetzungsarbeiten an den Anlagen und Netzen der Wasserversorgungssysteme.

Wiederherstellung von Erdstaumauern und -dämmen. Häufig wird die normale Wasserentnahme aus einer offenen Wasserquelle durch Staumauern (gewöhnlich Erdstaumauern) ermöglicht.

Eine Zerstörung der Erdstaumauer kann zu katastrophalen Folgen führen, besonders, wenn es sich um eine Hochdruckstaumauer handelt, die einen Stausee mit einem großen Wasservorrat bildet. Wenn das Ausspülen des Erdkörpers der Staumauer begonnen hat und nicht in äußerst kurzer Zeit lokalisiert und unterbunden wird, führt das zu einer schnellen Zerstörung der Staumauer und zur Bildung einer Flutwelle. Der Wasservorrat im Stausee gerät in Bewegung und strebt durch die breiter werdende Lücke in Form einer mächtigen, mehrere Meter hohen Flutwelle mit großer Geschwindigkeit zu Tal und fegt alles in ihrem Weg weg.

Es ist unmöglich, eine solche Flutwelle aufzuhalten. Sie kann sehr großes Unheil anrichten. Die oberhalb der Staumauer gelegenen Betriebe der Stadt können in einem kritischen Moment ohne Wasser sein. Deshalb ist es wichtig, selbst bei den geringsten Schäden am Körper von Erdstaumauern schnellstens entschlossene Maßnahmen zur Lokalisierung und Behebung der Havarien in die Wege zu leiten.

Bei der Entstehung eines Dammbruches werden in die Durchflußrinne zuerst große Steine, Betonwürfel und -blöcke versenkt, die der Wasserstrom nicht wegreißen kann. Mit der Schwächung des Stromes werden kleinere Steine versenkt, und schließlich werden von der Dammbrust Geröll, Schotter und zum Schluß Lehmboden bis zur vollständigen Unterbindung der Wasserfiltration abgekippt. Danach wird eine Schicht Sand aufgeschüttet und die übliche Befestigung vorgenommen.

Um das Durchfließen des Wassers durch die Ausspülung zu beseitigen, kann das Einrammen von ein oder zwei Spundreihen parallel zur Staudammachse erforderlich sein. Das Einrammen hat gleichzeitig von den Seiten zur Mitte so zu erfolgen, daß sich die Nahtstelle in der Mitte der Durchflußrinne befindet. Die Spundwand muß 2 bis 3 m in den unbeschädigten Teil des Staudammkörpers hineinragen. Nach dem Schließen der Spundreihe wird der Dammdurchbruch bei entsprechender Verdichtung des Erdreiches zugeschüttet.

Als vorbeugende Maßnahme kann empfohlen werden, das Wasser des Stausees vorher soweit abzulassen, daß der minimale Wasserbedarf entsprechend der Wirtschaftsplanung für die Kriegszeit und der volle Havariewasserbedarf gedeckt werden können.

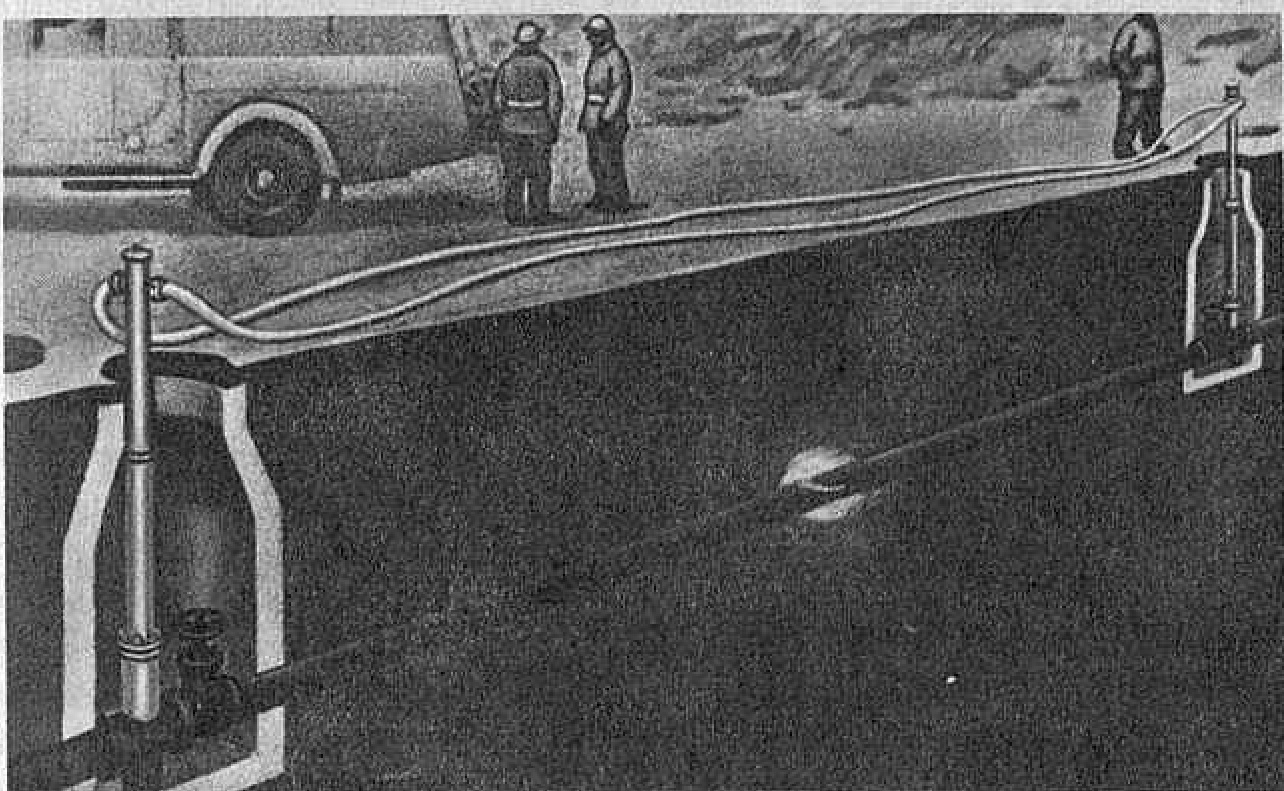
Es ist wichtig, Vorräte an Materialien für Havariezwecke (Steine, Sandsäcke, Tafeln) anzulegen und die Bereitstellung von Transportmitteln und Technik (Bagger mit Rammausrüstung, Bulldozer, Schrapper) zu sichern.

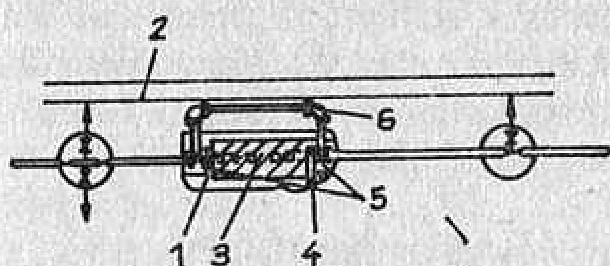
Wiederherstellung der Wasserentnahmevorrichtungen. Umfang und Charakter der Arbeiten hängen vom Typ der Wasserentnahmestelle ab. Am standhaftesten und zuverlässigsten ist die Uferfiltratwasserentnahmestelle (siehe Bild 11). Sie kann nur bei erhöhten Drücken der Druckwelle beschädigt werden.

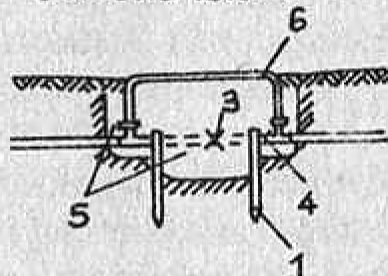
Bei einer Flußwasserentnahmestelle können sich als Schwachstellen die Gefällerohrleitungen erweisen. Werden sie zerstört, können provisorische Rohrleitungen aus Metall- oder Stahlbetonrohren verlegt werden. Ist die Ausführung dieser Arbeiten in den vorgegebenen Zeiten nicht möglich, kann mit Erdaushubmitteln ein offener Zuleitungskanal zum Uferschacht angelegt und die Wasserentnahme aus der Wasserquelle gewährleistet werden.
Die schwächsten Elemente der Wasserentnahmestellen sind die oberirdischen Vorrichtungen und Anlagen (das hier Gesagte trifft für Wasserentnahmestellen zu, die mit den Pumpwerken der ersten Stufe zusammengelegt sind).
Arbeiten an den Pumpwerken. Eine Zerstörung oder Beschädigung ihres oberirdischen Teils durch die Druckwelle kann den Ausfall des gesamten Pumpwerkes zur Folge haben.
Die Instandsetzungsarbeiten werden hier vor allem darauf gerichtet sein, Trümmer aus den Gebäuden zu entfernen, zumindest einen Teil der Aggregate instand zu setzen und deren Energieversorgung zu gewährleisten.
Bei einer völligen Zerstörung der Pumpwerke der ersten Stufe müssen die Reservepumpwerke genutzt oder provisorische Pumpanlagen errichtet werden. Sie können unmittelbar am Ufer, auf Uferstegen, auf Flößen und an anderen geeigneten Stellen errichtet werden.
Bei günstigen Bedingungen (ausreichend steiles und festes Ufer) kann das provisorische Pumpwerk am Ufer oder auf einer Fläche über dem Wasser, wo die Pumpe und der Motor aufgestellt werden können, untergebracht werden. Das Saugrohr wird dabei entweder direkt in das Wasser (bei ausreichender Tiefe des Wassers am Ufer) oder in einen speziell gebauten Einlaufschacht abgesenkt.
Bei flachen Ufern wird die Wassersaugleitung auf Schwimmitteln oder auf Pfählen bis zur erforderlichen Tiefe, die das Ansaugen und die Entnahme von sauberem Wasser gewährleistet, abgesetzt.
Die Pumpen der provisorischen Pumpwerke können mit Elektroenergie vom Netz bzw. von fahrbaren oder stationären Netzersatzanlagen gespeist werden.
Beim Ausfall eines Pumpwerkes der zweiten Stufe wird das Wasser in das Netz über Umgehungsleitungen direkt vom Pumpwerk der ersten Stufe eingespeist. Wenn die Pumpen des Pumpwerkes der ersten Stufe nicht den nötigen Druck für die Förderung des Wassers in die Stadt gewährleisten können, muß ein zusätzliches Pumpwerk errichtet werden.
Aufbereitungsanlagen, die von der Detonation zerstört wurden, und die Reservebehälter müssen abgeschaltet sein. In diesem Falle wird das Wasser über Umgehungsleitungen vom Pumpwerk der ersten Stufe gefördert.
Bei unversehrt gebliebenen Einlaufbauwerken und Aufbereitungsanlagen des Wasserversorgungssystems bzw. nach deren Wiederherstellung wird das Wasser über die Hauptversorgungsleitungen in die entsprechenden Räume des Wirkungsherdes gefördert. Dazu müssen Schäden an ein-

zelnen Abschnitten der Hauptversorgungsleitungen behoben oder Umgehungshauptleitungen verlegt werden (Bild 19).
Wiederherstellung der Behälterbauwerke (Reinwasserbehälter, Aufbereitungsanlagen, Löschwasserbehälter, Wassertürme). Der Behälter wird vor allem vom Wasserversorgungssystem getrennt und entleert. Danach werden die beschädigten oder zerstörten Konstruktionsteile entfernt.
Vom beschädigten Abschnitt wird der zerstörte Beton entfernt. Gerissene Armaturen werden durch neue ersetzt bzw. an einer intakten Armatur wird die neue angeschweißt. Nach dem Einschalen wird betoniert. Bei kurzfristigen Terminen für die Ausführung der Arbeiten kann dem Beton ein Schnellbinder, z. B. Kalziumchlorid, zugesetzt werden.
Kleine Risse im Boden und in den Wänden werden mit Drahtgewebe und Torkret- oder Spritzbeton zementiert. Tiefe Risse werden gesäubert, mit Teerstrick abgedichtet und mit Zementmörtel ausgefüllt.
Für das provisorische Verschließen größerer Löcher können Ziegelsteine, Steine, Stahlbetonteile und Holz verwendet werden. Zur Abdichtung des Behälters wird von außen ein Pflaster aus geknetetem Lehm mit einer Dicke von 0,6 bis 0,8 m aufgesetzt. Danach wird der Behälter auf Dichtheit geprüft.
Ein Loch in der Stahlbetonwand eines Druckwasserbehälters wird mit einer doppelten Holztafel, deren Innenseite mit geteerter Plane oder Filz belegt ist, verschlossen. Mittels gebogener Kanthölzer und Bandagen wird die Tafel an der Außenwand des Behälters befestigt. Die Innenfläche der Tafel wird mit einem zweifachen Bitumenanstrich versehen. Die Tafel kann auch im Inneren des Behälters angebracht und an den Außenstützen mit gebogenen Kanthölzern und Schrauben befestigt werden.
Risse in den Wänden von Stahlbetonbehältern werden provisorisch an der Innenseite mit einem Pflaster aus zwei Lagen geteerter Plane verschlossen, die mit Dichtmasse an die Wand geklebt wird.
Löcher in Metallbehältern werden von der Innenseite (Druckseite) durch Aufsetzen von Flicken aus Kesselstahl verschlossen. Die Flicken müssen die gleiche Dicke wie die Behälterwände besitzen und mindestens 5 cm über den Rand des Loches überstehen. Sie werden am gesamten inneren Umfang des Loches und an der Außenkante des Flickens verschweißt.
Die **Verstärkung oder Wiederherstellung einzelner Teile der tragenden Konstruktion von Bauwerken** erfolgt in Abhängigkeit von der Art der Konstruktion und vom Grad der Zerstörung durch:
– Anbringen von Schellen; auf diese Weise werden meistens verformte Träger, Säulen und Stützen verstärkt;
– Anbringen von Entlastungskonstruktionen; auf diese Weise werden auch verformte Träger und Riegel verstärkt; unter Stahlbetonelemente werden zusätzliche Stützpfeiler bei Berücksichtigung der Art ihrer Bewehrung gesetzt;
– Anbringen von Hülsen; diese Methode wird meistens dort angewandt, wo der Arbeitsquerschnitt eines Elementes bei Erhöhung der Belastung vergrößert werden muß.

Neben den aufgezählten Verfahren kann zur Verstärkung von Stahlbetonkonstruktionen auch das Torkretieren angewandt werden. Säulen,







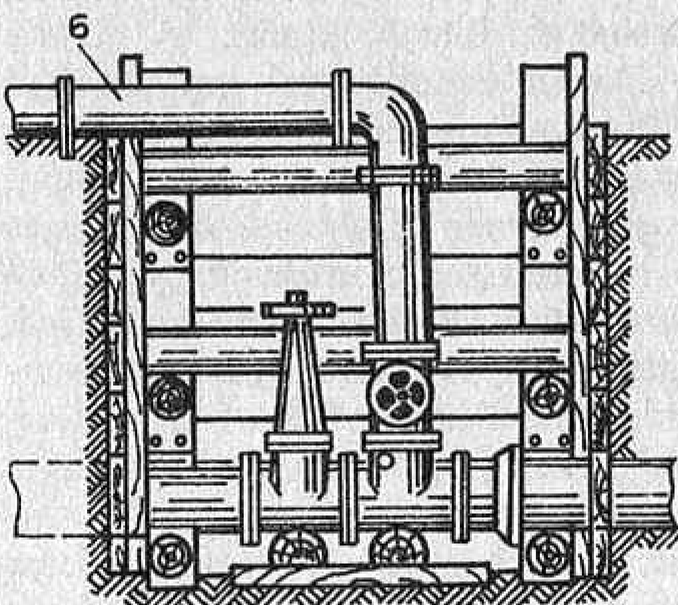


Bild 19:
Bau von provisorischen Wasserleitungen
a – Umgehungsleitung aus Feuerwehrschläuchen; b – Umgehungsleitung aus Metallrohren; c – Anschluß einer provisorischen Umgehungsleitung an die Hauptleitung
1 – Pfahl; 2 – Gehweg; 3 – Schadstelle der Rohrleitung; 4 – Blindflansch; 5 – Graben; 6 – Umgehungsleitung aus Metallrohren

die zu weniger als einem Drittel des Querschnittes beschädigt sind, werden durch das Aufsetzen von Schellen und Torkretieren wiederhergestellt. Bei einer größeren Beschädigung wird die Säule durch Stützen entlastet und wiederhergestellt.

Behebung von Schäden an Rohrleitungen und Armaturen. Die am meisten verbreiteten Arten von Instandsetzungsarbeiten, die in der Betriebspraxis von Wasserversorgungsnetzen anzutreffen sind, bestehen in der Behebung verschiedener Schäden an den Rohrleitungen und Armaturen. Derartige Schäden können in einem Wirkungsherd massenhaft entstehen.

Bei der Organisation der Wasserversorgung in einzelnen, den wichtigsten Abschnitten der Rettungs- und Bergungsarbeiten und in den Räumen der Brandbekämpfung ist die unverzügliche Wiederherstellung des gesamten Wasserversorgungsnetzes oder einzelner Leitungen des Netzes erforderlich. Betrachten wir daher genauer den Aufbau der Wasserversorgungsnetze und die Methoden zur Behebung möglicher Schäden am Netz.

Das Wasserversorgungsnetz besteht aus den im Erdreich verlegten Rohren und Armaturen, die in der Regel in Schächten eingebaut sind. Für die Errichtung von Wasserzubringerleitungen, die das Wasser von den Pumpwerken in das städtische Netz transportieren, werden gewöhnlich feste Rohre mit großem Durchmesser aus Stahl oder Gußeisen verwendet.

Die breiteste Anwendung haben Stahlrohre mit einem Durchmesser bis zu 1 620 mm gefunden. Sie halten große Innendrücke (über 1 000 bis 1 500 kPa) aus und sind ökonomischer als gußeiserne Rohre.

Beim Verlegen von unterirdischen Wasserleitungen sind Gußeisenrohre wegen ihrer hohen Korrosionsbeständigkeit und demzufolge Langlebigkeit und wegen der Einfachheit der Verbindungen ebenfalls häufig angewendet worden. Diese Rohre werden mit einem Durchmesser von 50 bis 1 050 mm und einer Länge von 2 bis 5 m hergestellt. Sie sind für einen Innendruck (Betriebsdruck) bis zu 1 000 kPa ausgelegt und halten kurzzeitig einen überhöhten Druck bis zu 1 600 kPa aus. Zur Verbindung ist das eine Ende der Rohre als Muffe ausgebildet. Beispiele für die Verbindung von Wasserleitungsrohren sind auf Bild 20 gezeigt.

Die Montage der Baugruppen des Wasserleitungsnetzes und das Einsetzen der Armaturen erfolgt mit Hilfe von Formteilen, die aus Gußeisen industriell hergestellt sind.

Ein grundlegender Nachteil der gußeisernen Rohre ist deren hohe Sprödigkeit, die zu einer erheblich höheren Zahl von Havarien an gußeisernen Hauptwasserversorgungsleitungen führt. Besonders empfindlich sind diese Rohrleitungen gegenüber Bodensenkungen und dynamischen Einwirkungen. Aus diesem Grunde sind in einem Kernwaffenwirkungsherd die größten Schäden in jenen Abschnitten des Wasserleitungsnetzes zu erwarten, in denen gußeiserne Rohre verlegt sind.

Für die Errichtung von Wasserzubringerleitungen mit einem Betriebsdruck von 300 bis 1 000 kPa werden manchmal Asbestzementrohre mit einer Nennweite von 50 bis 546 mm und einer Länge von 2,95 bis 3,95 m

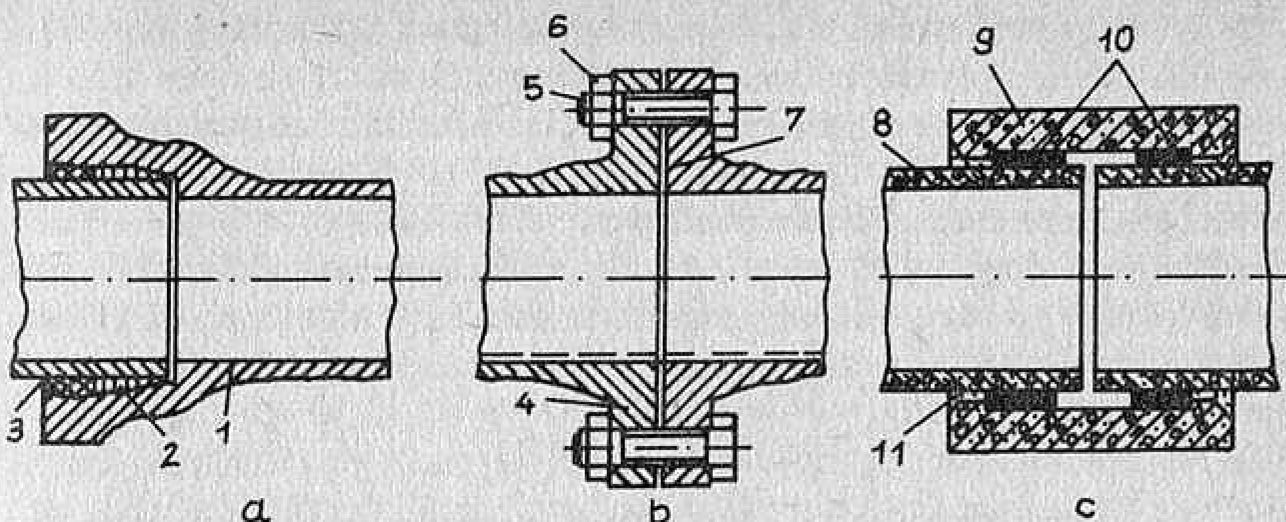


Bild 20: Verbindung der Rohre eines Wasserversorgungsnetzes
a – gußeiserne Rohre mit Rohrmuffe; b – gußeiserne Rohre mit Flansch; c – Verbindung eines Asbestzementrohres
1 – Rohrmuffe; 2 – Abdichtung mit Teer- oder Ölstrick; 3 – Abdichtung mit Asbestzement; 4 – Flansch; 5 – Schraube; 6 – Mutter; 7 – Dichtung; 8 – Asbestzementrohr; 9 – Asbestzementmuffe; 10 – Gummidichtringe; 11 – Abdichtung mit Zementmörtel

verwendet. Die Rohre werden mit Asbestzementverbindungsmuffen verbunden (für Wasserzubringerleitungen mit höherem Druck werden gußeiserne Verbindungsmuffen verwendet), in die Gummidichtringe eingesetzt werden.

In letzter Zeit haben Stahlbetondruckrohre mit einer Nennweite von 500 bis 1500 mm und einer Länge von 3 bis 5 m Verbreitung gefunden. Die Rohre werden mit Stemm- oder anderen Muffen verbunden.

Wasserleitungsnetze werden mit einer Vielzahl von Absperr-, Verteiler-, Zapf- und Sicherheitsarmaturen, wie Löschwasserhydranten, Absperrschieber verschiedener Art, Ventile, Zapfhähne, Sicherheitsventile, die einen Druckanstieg im Netz über den zulässigen verhindern, Rückschlagventile, die das Zurückströmen des Wassers ausschließen, Rohrentlüfter für das Ausströmen der Luft, die sich an höherliegenden Punkten des Netzes sammelt, ausgestattet.

Löschwasserhydranten werden 80 bis 100 m voneinander entfernt aufgestellt. Am weitesten verbreitet ist der Moskauer Hydranttyp mit einem Durchmesser von 75 bis 125 mm. Zur Wasserentnahme wird auf den Hydranten ein Standrohr aufgesetzt, mit einer Spindelstange die Hohlkugel, die den Hydranten verschließt, abgesenkt, und das Wasser fließt in die an das Standrohr angeschlossenen Schläuche.

In der Regel werden die Armaturen in spezielle Schächte eingebaut, die aus Ziegelsteinen gemauert oder aus Stahlbetonkonstruktionen montiert sind. Gewöhnlich besteht ein Schacht aus der Betriebskammer und dem Einstieg, der mit einem gußeisernen Deckel verschlossen wird. Schächte mit rundem Querschnitt werden im Massenbau verwendet, rechtwinklige beim Einbau der Netzarmaturen für Rohrleitungen mit großem Durchmesser.

Wasserleitungsabsperrschieber dienen zum Abschalten der Verteilerleitungen und zur Unterteilung des Netzes in einzelne Instandsetzungs-

abschnitte. Zur Vermeidung eines hydraulischen Rückschlages, der in einer Rohrleitung bei ihrem schnellen Absperren entstehen kann, beruhen alle Absperrarmaturen auf dem Prinzip des allmählichen Verschließens des Rohrquerschnitts. Es werden verschiedene Typen von Absperrschiebern mit einem Durchmesser von 50 bis 1600 mm eingesetzt und Keilflachkolbenschieber verwendet. Zur Erleichterung des Schließens oder Öffnens werden an vielen Absperrschiebern, vorzugsweise an denen mit großem Durchmesser, hydraulische oder elektrische Antriebe installiert.

Die Havarien an den Rohrleitungen und Netzarmaturen, die in der Praxis am häufigsten anzutreffen sind, stehen hauptsächlich mit Schäden an den Muffenverbindungen und Schweißnähten, mit Brüchen von Gußeisen- und Asbestzementrohren, mit dem Platzen von Stahlrohren an Schwachstellen sowie Längs- und Querrissen in Gußeisen- und Asbestzementrohren im Zusammenhang. Diese Schäden können sowohl infolge der unmittelbaren Einwirkung des Überdrucks der Druckwelle auf das Erdreich als auch infolge der Einwirkung von großen Trümmerstücken zerstörter Gebäude und Anlagen und von hydraulischen Rückschlägen im Netz entstehen.

Bei ernsthaften Havarien an Wasserhauptversorgungsleitungen findet das Wasser schnell den Weg nach oben und überschwemmt das umliegende Territorium (siehe Bild 16b). Es treten aber auch solche Havarien an Wasserleitungen auf, bei denen das Wasser über in der Nähe liegende Verbindungsleitungen (Abwasserleitungen, Kollektoren) abfließt, ohne an die Oberfläche durchzubrechen. In solchen Fällen werden die Schadstellen mit einem Spürstab bestimmt. In durchnäßtes Erdreich dringt er bedeutend leichter ein, und außerdem bleibt in den Rillen des Spürstabes nasse Erde zurück.

Die Arbeiten zur Behebung von kleineren Schäden an den Wasserleitungsnetzen bestehen im Abdichten von einzelnen Leckstellen, in der Instandsetzung der Muffen- oder Schweißverbindungen der Rohre sowie im Auswechseln einzelner Abschnitte der Rohrleitungen und der Netzarmaturen. Diese Arbeiten werden durchgeführt, wenn die Wiederherstellung einzelner Netzabschnitte erforderlich ist. Fallen Arbeiten größeren Umfangs an, und können diese nicht schnell ausgeführt werden, sind andere Maßnahmen einzuleiten. Dazu werden provisorische Leitungen und Überläufe errichtet, die Zuführung des Wassers über Umgehungshauptleitungen organisiert u. a.

Bei relativ geringfügigen Schäden an Wasserzubringerleitungen kann die Undichte durch das Anbringen eines Zementpflasters oder einer Ummantelung auf die Oberfläche des Rohres beseitigt werden, indem der schadhafte Abschnitt eingeschalt und mit Druckpumpen Zement oder Zementmörtel injiziert wird.

Eine provisorische Umgehungsleitung kann an den Wasserleitungsnetzen schnell verlegt werden. Dazu werden auf die Hydranten, die vor und hinter dem beschädigten Abschnitt liegen, die Standrohre aufgesetzt und diese mit Feuerwehrschläuchen oder Rohren verbunden (siehe Bild 19). Bei längerer Nutzung einer Umgehungsleitung aus Metallrohren im

Winter ist diese vor Kälte zu schützen. Dazu wird die Leitung eingeschalt und die Schalung mit wärmeisolierenden Stoffen (Schlacke, Torf, Sägespäne) aufgefüllt oder mit Erde und Schnee abgedeckt.
In unaufschiebbaren Fällen können gerissene Rohrleitungen für kurze Zeit mit flexiblen Ummantelungen aus Planenstoff, Gummi oder Plaste, die mit Metallschellen oder Draht befestigt werden, sowie mittels Muffen verbunden werden. Als Muffe dient ein Stück Metallrohr (Eisenrohr), dessen Durchmesser größer als der des beschädigten Rohres ist und dessen Länge die Abmessungen des beschädigten Abschnittes um 300 bis 400 mm überschreitet. Die Muffe wird auf die Enden der gerissenen

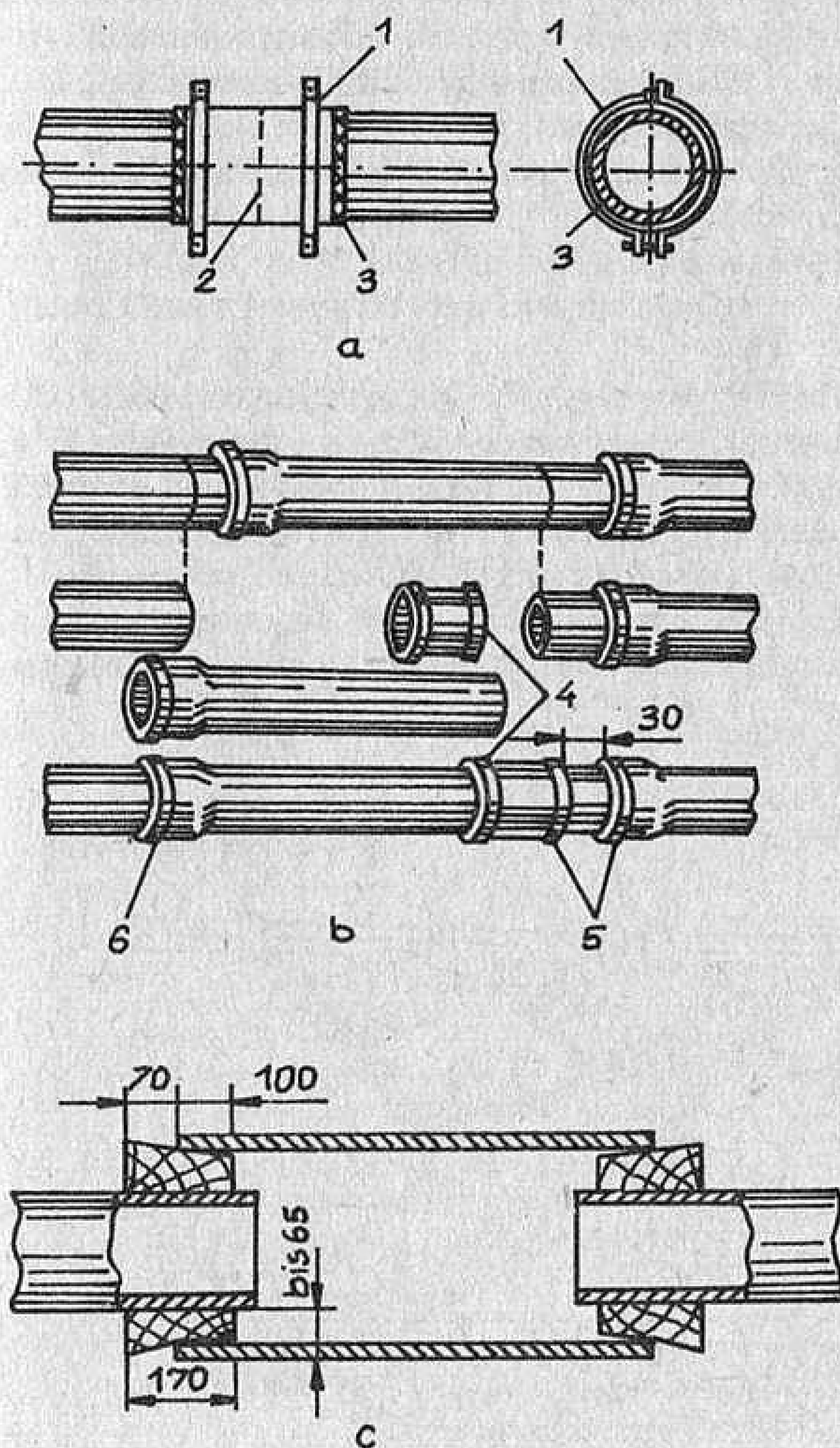


Bild 21: Provisorische Verbindung von gerissenen Rohrleitungen
a – durch Umwickeln mit Planenstoff, auf den Bitumenmasse aufgetragen ist; b – mit einer Muffe; c – mit einer Muffe mit Holzkeilen
1 – Schelle; 2 – Dachblech; 3 – Umwickelung aus Planenstoff; 4 – Muffe; 5 – Verstemmung mit Werg und Verguß mit Schwefelblüte

Rohrleitung aufgeschoben. Der Spalt zwischen der Muffe und den Rohren der Wasserleitung wird mit Holzkeilen (sie quellen schnell und lassen kein Wasser austreten) und durch Verstemmen mit Teerstrick (im äußersten Falle mit Werg) und Vergießen mit Schwefel oder Schwefelblüte usw. abgedichtet (Bild 21).

Die Enden von beschädigten Stahlrohren werden provisorisch mit Holzpfropfen abgedichtet, oder der Schaden wird auf andere Weise behoben. Der schadhafte Teil eines Gußeisen- oder Asbestzementrohres wird bis zum nächsten Stoß entfernt. An dieser Stelle wird ein Stutzen, eine Flanschmuffe oder ein Endflanschstück eingesetzt und mit einem Blindflansch verschlossen. Die blindgeflanschten Enden der Rohrleitungen (Stahlrohrleitungen ausgenommen) müssen ausreichend starre Widerlager erhalten, damit bei einem möglichen hydraulischen Rückschlag eine Zerstörung der Stöße vermieden wird.

Schäden an den Muffenverbindungen von Rohrleitungen werden durch Verstemmen mit Weichblei bzw. durch Vergießen der Stöße mit schnellbindendem Mörtel (Asbestzement, Zement), mit Werg u. a. behoben. Muffenverbindungen werden manuell oder mit Hilfe von Druckluftwerkzeugen verstemmt.

Wenn eine Schweißnaht über den gesamten Querschnitt gerissen ist oder an der Schweißstelle ein erheblicher Schaden vorliegt, ist es zweckmäßig, den gesamten beschädigten Abschnitt herauszuschneiden und an seiner Statt einen Stutzen einzuschweißen. Der Stutzen wird mit den unbeschädigten Abschnitten in der Regel durch Schweißen, seltener durch ein Gewinde über eine Muffe oder mit Hilfe von Flanschverbindungen, verbunden. Im letzteren Falle sind zwei Varianten möglich. Bei Drücken

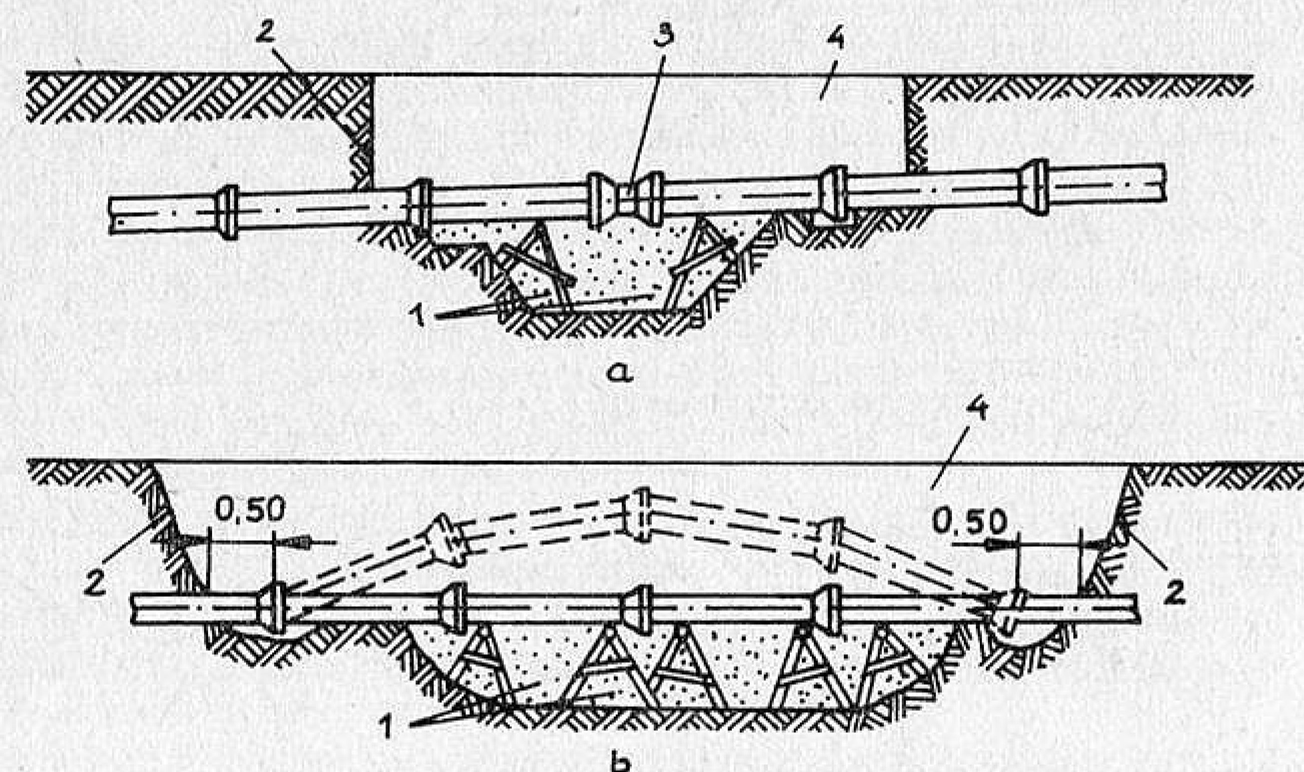


Bild 22: Beheben von Brüchen an Wasserleitungsrohren
a – Einsetzen einer Muffe; b – Auswechseln einiger Rohrsektionen
1 – Sandaufschüttung; 2 – Grenze des Erdaushubs; 3 – Muffe; 4 – Graben

im Netz bis zu 600 kPa werden die Rohrenden umgebördelt und mit Überschiebeflanschen verbunden. Bei Netzdrücken von 600 bis 1 000 kPa wird eine zuverlässigere Verbindung angewandt. Dazu werden Flansche auf ein auf die Rohrenden geschnittenes Gewinde aufgeschraubt.
Bei Brüchen oder anderen Beschädigungen von Hauptversorgungsleitungen aus gußeisernen Rohren werden die beschädigten Rohre entfernt, neue verlegt und an den Verbindungsstellen Muffen eingesetzt (Bild 22). Möglich ist auch eine andere Lösung, bei der mit provisorischen Stützen in Form eines flachen Bogens (der Krümmungswinkel zwischen den Achsen benachbarter Rohre darf 10 Grad nicht überschreiten) einige Rohre ohne Abdichtung verlegt werden; anschließend werden die Stützen allmählich entfernt, bis die Rohre horizontal liegen.
Für Gußeisen- und Asbestzementrohre sind Längs- und Querrisse charakteristisch. Kleinere Längsrisse können durch Metallauflagen mit Gummidichtungen abgedichtet werden (Bild 23). Die Auflagen werden mit

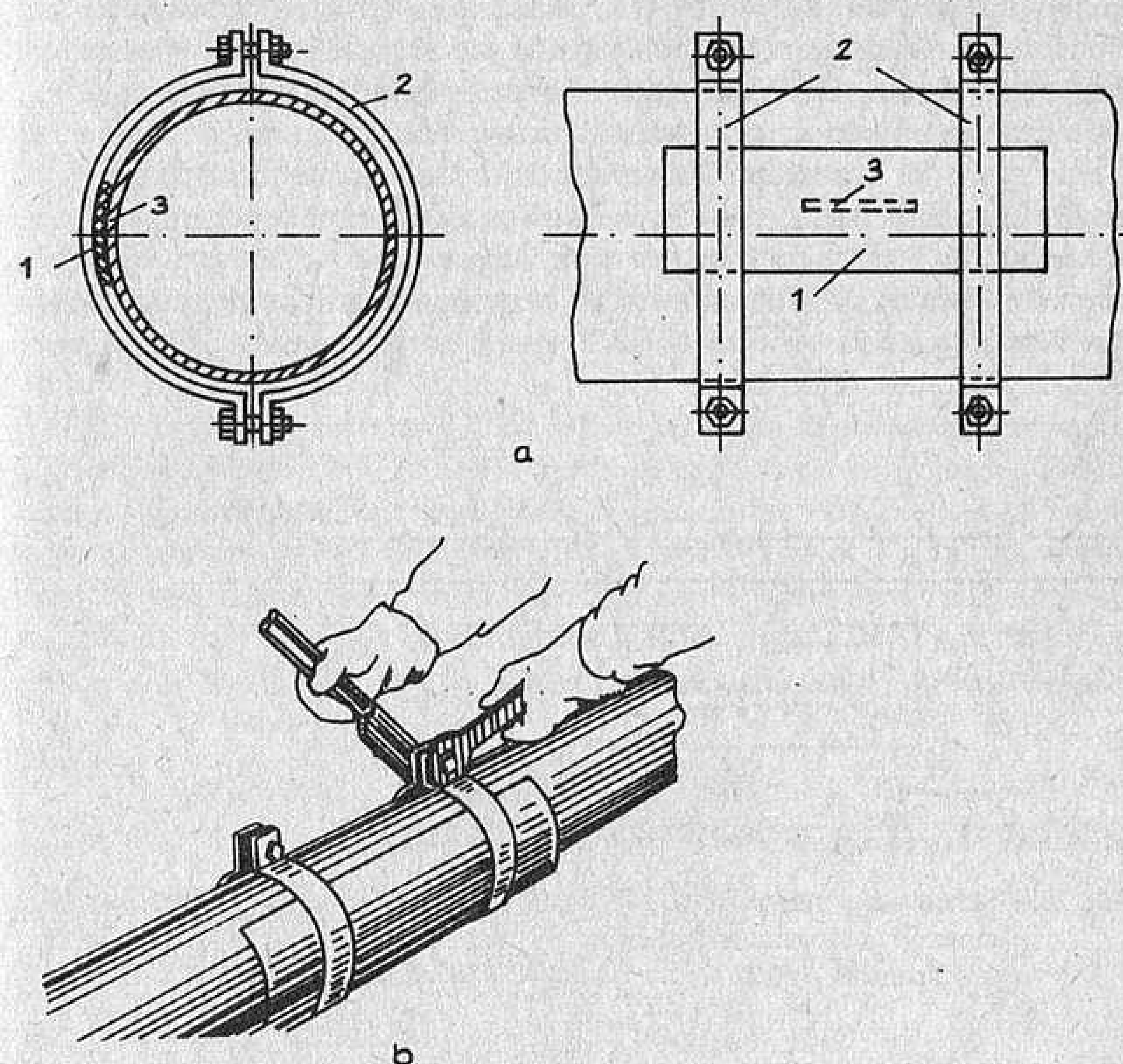


Bild 23: Abdichten von Längsrissen in Wasserleitungsrohren durch Aufsetzen von Metallauflagen mit Gummidichtungen
a – Gesamtansicht; b – Anziehen der Schelle
1 – Stahlblech und Dichtungen aus Gummi; 2 – Schelle aus 5 mm dickem Stahl; 3 – Riß

Schellen fest angepreßt. Kleinere Quer- und Längsrisse werden mit Muffen abgedichtet.

Bei einer Zerstörung von Rohrleitungsbrücken über Eisenbahnstrecken, Flüsse, Kanäle und andere natürliche und künstliche Hindernisse kann ein großer Umfang an Wiederherstellungsarbeiten erforderlich sein. In einer Reihe von Fällen wird es zweckmäßiger sein, provisorische Rohrleitungen zu verlegen.

Beim Kreuzen einer Eisenbahnstrecke wird die Rohrleitung im Sommer in der Bettung zwischen den Schwellen verlegt. Dabei darf die Last des Zuges nicht auf das Rohr übertragen werden. Im Winter müssen die Rohre zur Vermeidung von Frostschäden 0,6 bis 0,7 m tief im Gleisunterbau verlegt werden. In die Rohrleitung werden an der Kreuzungsstelle unmittelbar vor und hinter dem Hindernis Absperrschieber eingesetzt.

Im Winter können freigelegte Rohrleitungsabschnitte, besonders bei geringer Wasserentnahme, einfrieren. Das kann zu zusätzlichen Zerstörungen führen.

In den Jahren des Großen Vaterländischen Krieges froren in zahlreichen Fällen infolge der massenhaften Zerstörung der Fensterscheiben der Gebäude während der Bombenangriffe die Heizungs- und Wasserversorgungssysteme von Wohn- und Industriegebäuden ein.

Metallwasserleitungs- und -kanalisationsrohre kleinerer Durchmesser werden mit der Lötlampe aufgetaut, Rohre mit größerem Durchmesser durch das Einlassen von heißem Wasser oder Niederdruckdampf. Schneller und einfacher lassen sich Rohre (mit Ausnahme von gußeisernen Rohren mit Zement- und Asbestzementabdichtung) durch elektrisches Erwärmen und mit Hilfe des Transformators STÄ-32 oder STÄ-22 auftauen (Bild 24).

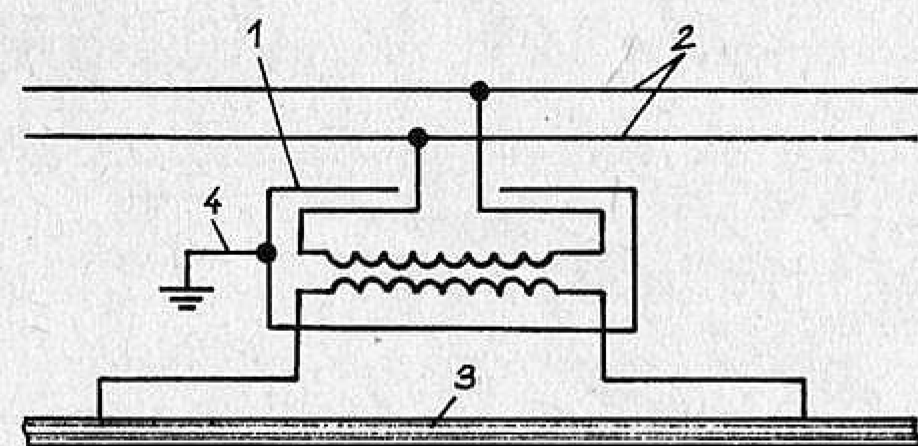


Bild 24: Schema des elektrischen Erwärmens von Wasserleitungsrohren mit Hilfe eines Transformators
1 – Transformator; 2 – Stromnetz; 3 – Wasserleitungsrohr; 4 – Erdung

An Wasserabflüssen mit kleinem Durchmesser bilden sich häufig Schnee- oder Eispfropfen. Für deren Beseitigung setzen die Mitarbeiter des Unterhaltungsdienstes mobile Kesselanlagen ein. Der Dampf dieser Kesselanlagen kann auch zum Auftauen von Wasserleitungs- und Kanalisationsrohren eingesetzt werden.

2.11. Spezialformationen und Spezialtechnik für Instandsetzungsarbeiten an Wasserversorgungsnetzen

Zur erfolgreichen Durchführung der Instandsetzungsarbeiten an den Netzen und Anlagen der Wasserversorgungssysteme in einem Kernwaffenwirkungsherd ist der Einsatz von speziell ausgebildeten Formationen erforderlich, die die Spezifik dieser Arbeiten kennen und über Fertigkeiten in deren Ausführung verfügen. Solche Formationen werden auf der Basis der Wasserversorgungsbetriebe geschaffen.

Der Havariedienst kontrolliert ständig den Zustand des Wasserversorgungsnetzes und führt Havariearbeiten sowie planmäßige vorbeugende und Hauptinstandsetzungen aus. Dieser Dienst stellt entweder eine selbständige Produktionseinheit dar oder gehört zu den Betriebsabschnitten des Netzes. Die Wasserversorgungsbetriebsabschnitte erfassen einen Teil des Stadtterritoriums und unterhalten einen bestimmten Abschnitt des städtischen Netzes. In großen Städten gibt es mehrere Abschnitte, von denen jeder 200 bis 250 km des Wasserleitungsnetzes umfaßt.

Zur schnellen Behebung von Schäden und Havarien werden Dispatcherpunkte geschaffen, die ganztägig mit einem diensthabenden Dispatcher und diensthabenden Instandsetzungs- und Havariebrigaden besetzt sind. Dem Personal des Dispatcherpunktes steht die erforderliche technische Dokumentation der Netze und Anlagen zur Verfügung.

Eine Havariebrigade besteht aus drei bis acht Personen. Die Brigaden sind mit Fahrzeugen, Werkzeug und Ausrüstung ausgestattet, die für die schnelle Behebung von Havarien erforderlich sind (Tab. 2, Bild 25 und 26). Beim Ausrücken zu einer Havarie unterhalten sie ständig eine Funkverbindung mit dem Dispatcher.

Zur Durchführung der unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten an den städtischen Netzen und Anlagen der Wasserversorgung (Kanalisation) in einem Wirkungsherd werden Spezialkommandos der Zivilverteidigung organisiert, die havarietechnischen Netzkommandos. Die Kommandos werden auf der Basis der entsprechenden Wasserversorgungsdienste aufgestellt und sind mit Instandsetzungsfahrzeugen für Wasserleitungsnetze und Technik, wie Bulldozer, Bagger, Krane, Lastkraftwagen,

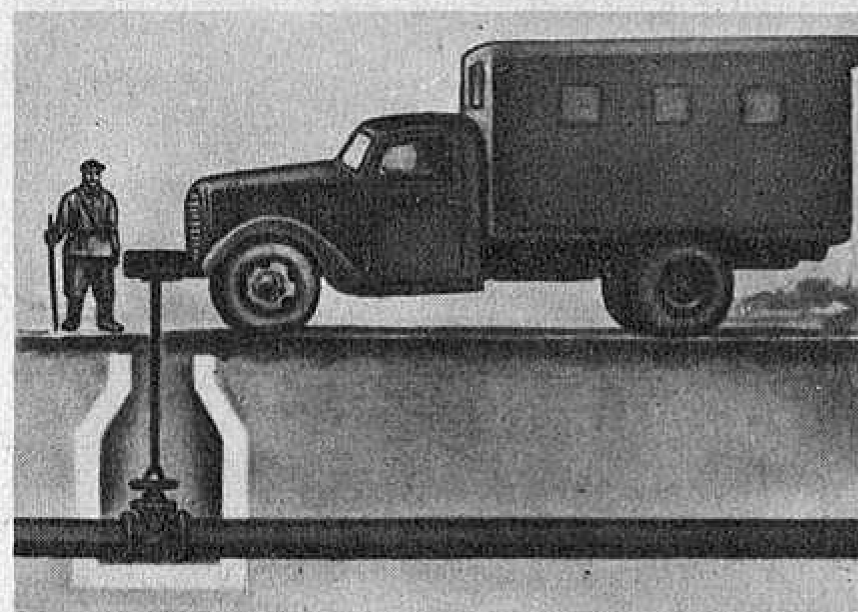


Bild 25: Havariefahrzeug für Wasserleitungsnetze mit vor dem Kühler angebauter Spezialvorrichtung zur Betätigung von Schiebern

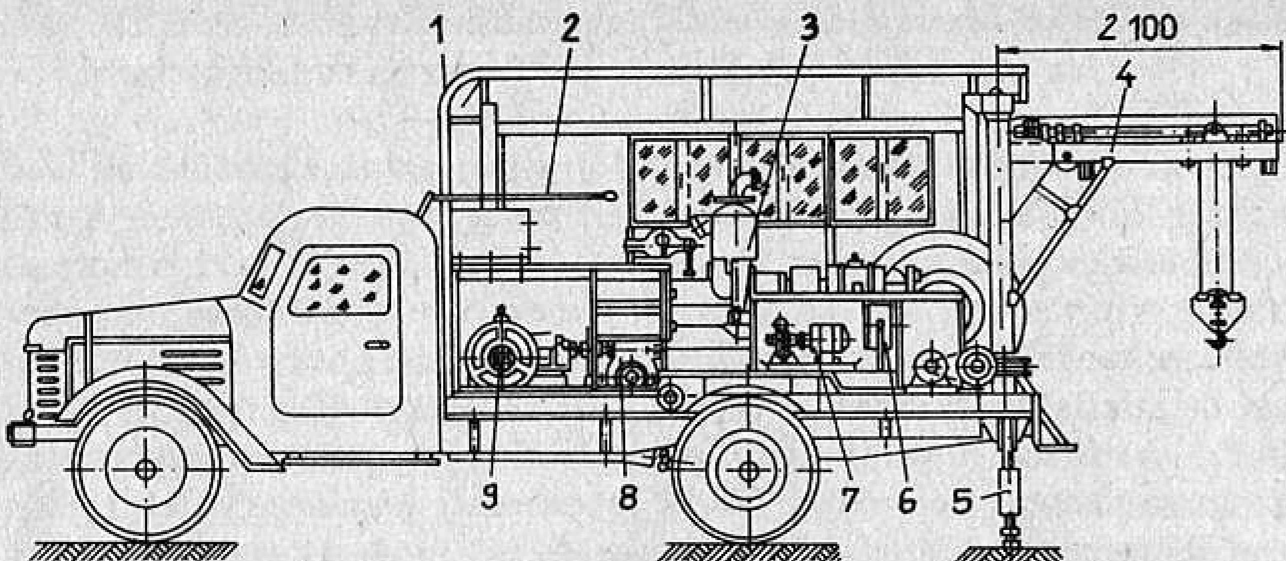


Bild 26: Instandsetzungsfahrzeug für Wasserleitungsnetze RWM-2
1 — Kofferaufbau; 2 — Sprachrohrleitung; 3 — selbstansaugende Pumpe; 4 — Hebekran; 5 — ausziehbare Stütze; 6 — Scheinwerfer; 7 — Belüftungsanlage; 8 — Winde; 9 — Generator

Tabelle 2:
Rahmenverzeichnis der Fahrzeuge, des Werkzeuges und der Ausrüstung für Havariebrigaden für Wasserversorgungssysteme

Bezeichnung	kurze technische Charakteristik	empfohlene Anzahl je Brigade
Havariefahrzeug AWM-2 (GAZ-51)		1
Havariefahrzeug RWM-2 (ZIL-164)		1
Havariefahrzeug OWM-1 (UAZ-450)		4...5
Dreibock (Bohrgerüst)	Höhe 4–8 m	1...2
Flaschenzüge	Hebekraft 3–5 t	2...3
Zahnstangenwinden	Hebekraft 1,5–5 t	2...3
hydraulische Hebeböcke	Hebekraft 3–5 t	1...2
fahrbarer Kompressor	Druck bis 500 kPa Leistung 2–5 m	1
fahrbares Schweißaggregat	Leistung 15 kVA mit Benzinmotorantrieb	1...2
Membranpumpe NDP-4	Leistung 24 m³/h	1
Drucklufthammer RB-45		1
fahrbarer Generator ShÄS-15		1
Anlage zum Erwärmen von eingefrorenen Rohren	Kessel ADU, Leistung 100 kg Dampf/h, Druck 400 kPa, Heizfläche 3,4 m²	1

Schweißaggregate mit Benzinmotorantrieb, Membranpumpen, fahrbare Kompressoren und andere Ausrüstung, ausgestattet. Das Kommando kann selbständig die technische Spezialaufklärung durchführen und Arbeiten zur Lokalisierung und Behebung von Havarien an den Netzen und Anlagen der Wasserversorgung und Kanalisation ausführen.
Zum schnellen Schließen der Wasserleitungs- und Kanalisationsabsperrschieber (besonders bei Rohren mit großem Durchmesser) ist ein Teil der Fahrzeuge in den Netzabschnitten mit einer an Kraftfahrzeugen angebauten Spezialvorrichtung ausgestattet.
Rahmennormen für einige Arbeiten an Wasserversorgungsnetzen und -anlagen sind in der Anlage angeführt.
Zur Beschleunigung und Erleichterung der Behebung von Havarien und zur Durchführung der Instandsetzung im Frieden werden für Arbeiten an den Wasserversorgungsnetzen von unserer Industrie Spezialfahrzeuge hergestellt. Gegenwärtig gibt es für Wasserleitungsnetze die Havariefahrzeuge AWM-1 und AWM-2, die Instandsetzungsfahrzeuge RWM-2 und die operativen Fahrzeuge OWM-1. Das Havariefahrzeug (AWM-1 und

Tabelle 3:
Technische Daten der Havariefahrzeuge für Wasserleitungsnetze

Charakteristik	Typen der Havariefahrzeuge		
	AWM-1 AWM-2	RWM-2	OWM-1
Anzahl des Bedienungspersonals	4	4	4
im Fahrzeug installierte Ausrüstung:			
Synchrongenerator			
Leistung in kW	7,2	30	2
Schweißgenerator			
Leistung in kW	9	–	–
Schweißaggregat			
Leistung in kW	–	10,5	–
selbstansaugende Pumpe			
Leistung in m^3/h	24	35	24
Kran			
Hebekraft in t	0,5	1	–
Gebläse zur Entfernung von Gasen aus Kontrollschächten			
Leistung in m^3/h	250	250	–
absetzbarer Scheinwerfer zur Arbeitsplatzbeleuchtung			
Leistungsaufnahme in W	350	350	–
Basisfahrgestell des Kraftfahrzeuges	GAZ-51	ZIL-164	UAZ-450A

AWM-2) ist für die schnelle Lokalisierung von Havarien an den Wasserversorgungsnetzen bestimmt.
Das Instandsetzungsfahrzeug für Wasserleitungsnetze RWM-2 (siehe Bild 26) ist für die wichtigsten Arten von Instandsetzungsarbeiten an den Wasserversorgungsnetzen (Schweißen von Rohren und Armaturen, Abpumpen des Wassers, Heben und Absenken von Materialien und Ausrüstung, Auflockerung und Aushub des Erdreiches, Entfernung von Gasen aus Schächten und Räumen, Beleuchtung des Arbeitsplatzes u. a.) bestimmt.
Das operative Fahrzeug für Wasserleitungsnetze OWM-1 dient der schnellen Untersuchung von Schäden an den städtischen Netzen und der Durchführung der vorrangigen Havariearbeiten, wie Absperren von Havarieabschnitten, Abpumpen des Wassers und Entfernung von Gasen aus Kontrollschächten.
Die technischen Daten der Havariefahrzeuge für Wasserleitungsnetze sind in Tabelle 3 angeführt.
Das Moskauer Werk «Wodopribor» stellt die Fahrzeuge der technischen Hilfe «Obchodtschik» her, die für die vorbeugende Kontrolle und Instandsetzung der städtischen Wasserversorgungsnetze bestimmt sind.
Die «Obchodtschiks» besitzen einen Kofferaufbau, in dem die erforderliche Ausrüstung, das Werkzeug und die Geräte, ein eigenes Elektroaggregat und zwei Pumpen zum Abpumpen von Wasser rationell untergebracht sind. Die Fahrzeuge sind mit einer Heizung für das Arbeiten im Winter ausgestattet.

2.12. Organisation der Wasserversorgung in einem Kernwaffenwirkungsherd

Bei Ausfall der Wasserleitung werden für die Versorgung mit Wasser im Kernwaffenwirkungsherd oder in dessen Nähe Wasserversorgungspunkte geschaffen. Sie werden neben Wasserquellen, die nach dem Kernwaffenschlag erhaltengeblieben und für die Nutzung geeignet sind, wie Reinwasserbehälter in Wasserwerken, Tiefbrunnen, Schachtbrunnen u. a., entfaltet.
Die Wasserversorgungspunkte werden möglichst nahe bei den Abschnitten, in denen die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten ausgeführt werden, sowie an den Stellen geschaffen, wo eine große Menge Wasser für medizinische Einrichtungen, die sanitäre Behandlung, die Entaktivierung, Entgiftung und Entseuchung sowie die Essenzubereitung benötigt wird. An den Wasserversorgungspunkten erfolgen Förderung, Aufbereitung, Zwischenlagerung und Verteilung des Wassers.
Bei der Ermittlung des Wasserverbrauches muß von folgendem ausgegangen werden: Der Tagesbedarf an Wasser zum Trinken, zur Essenbereitung, zum Waschen und zum Geschirrspülen beträgt für eine Person 2,5 bis 10 l, in den warmen Gebieten bis zu 15 l. Die untere Grenze der Wasserverbrauchsnorm (2,5 l für eine Person) wird nur unter besonders schwierigen Bedingungen angesetzt, wenn beispielsweise wegen

des Fehlens von geeigneten Wasserquellen die Gewinnung von Wasser mit guter Qualität erschwert ist. Der Wasserverbrauch für die vollständige sanitäre Behandlung beträgt 45 l für eine Person und für einen stationär behandelten Geschädigten 100 l am Tag; für das Waschen von 1 kg Wäsche werden bei der Maschinenwäsche 65 l Wasser und beim manuellen Waschen 40 l benötigt.

Der Wasserbedarf für das Auffüllen der Kraftfahrzeuge und der Technik wird vom Fassungsvermögen ihrer Kühlanlagen bestimmt. Für das Nachfüllen der Kraftfahrzeuge und Traktoren nach 24stündigem Betrieb werden 8 % des Fassungsvermögens der Kühlanlagen angesetzt.

Bei der Entfaltung von Wasserversorgungspunkten müssen Zugangs- und Zufahrtswege angelegt, eine einfache Wasserentnahme gewährleistet (Bau eines Entnahmesteges, von Wasserentnahmevorrichtungen u. a.), Maßnahmen zum Schutz des Wassers vor einer möglichen Aktivierung, Vergiftung und Verseuchung eingeleitet, eine sanitäre Schutzzone in 50 bis 100 m Umkreis von der Wasserquelle zur Verhinderung ihrer weiteren Aktivierung, Vergiftung bzw. Verseuchung und Verunreinigung bei der unorganisierten Nutzung geschaffen (diese Zone kann je nach Lage durch Einzäunen, Absperren, Ausstellen von Posten usw. eingegrenzt werden), die Kernstrahlungskontrolle des Wassers organisiert und eine Einheit für die Bedienung und Bewachung eingesetzt werden.

Ein Musterschema für die Organisation eines Wasserversorgungspunktes wird auf Bild 27 gezeigt.

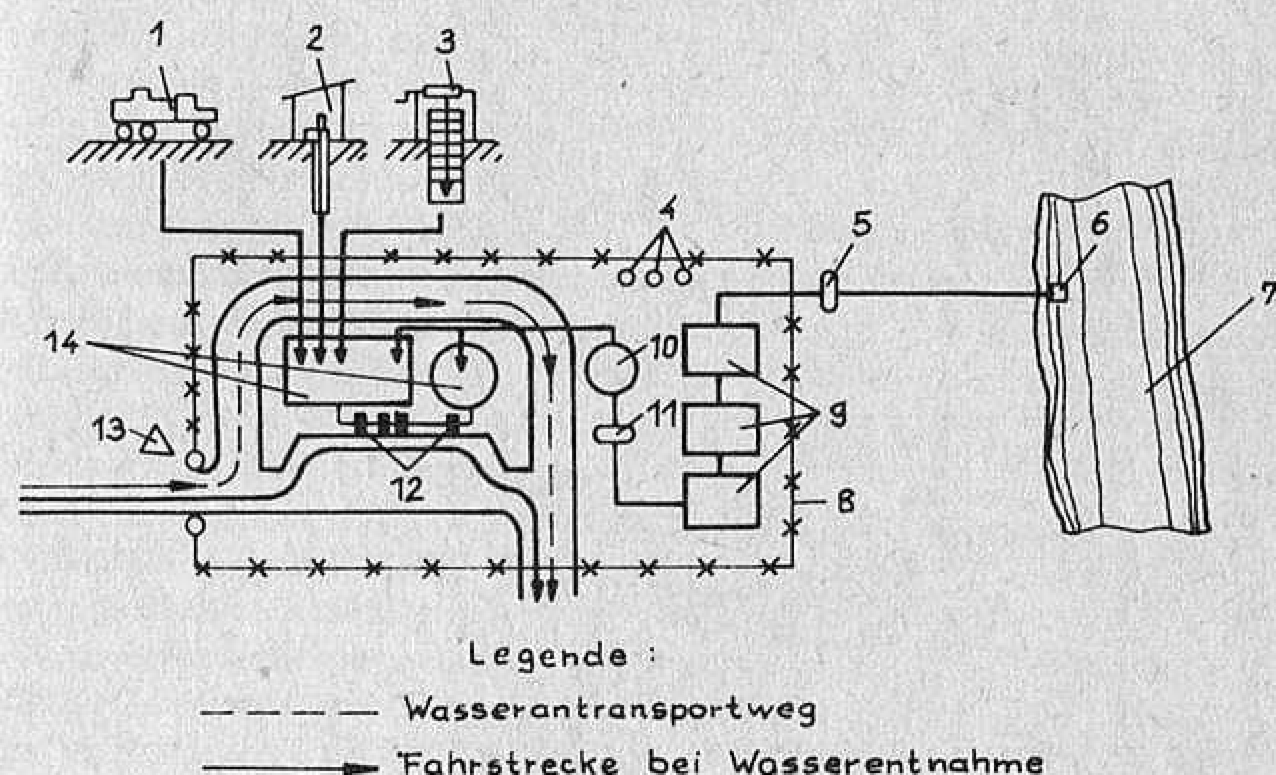


Bild 27: Schema der Organisation eines Wasserversorgungspunktes
1 – mit Tankwagen antransportiertes Wasser; 2 – Tiefbrunnen; 3 – Schachtbrunnen; 4 – Chemikalienlager; 5 – Pumpwerk der ersten Stufe; 6 – Wasserfassung; 7 – offene Wasserquelle (Fluß, See); 8 – Zaun; 9 – Absetzbehälter; 10 – Filter für die Wasseraufbereitung; 11 – Pumpwerk der zweiten Stufe; 12 – Zapfhähne; 13 – Kontrolldurchlaßpunkt (Kernstrahlungskontrolle); 14 – Reinwasserbehälter

Die Wasserversorgung wird im Wirkungsherd von Formationen der entsprechenden Dienste der Zivilverteidigung, des Ingenieur-, Wasserversorgungs- und medizinischen Dienstes und des Dienstes für Handel und öffentliche Verpflegung organisiert.
In erhaltengebliebenen Kellerräumen und Schutzräumen oder auf gesonderten Plätzen, wo frühzeitig die Entaktivierung durchgeführt worden ist und Maßnahmen zum Schutz des antransportierten Wassers vorgesehen sind, sollten Wasserausgabepunkte geschaffen werden. Dabei müssen stationäre Behälter für den Wasservorrat genutzt werden.
Bei der Versorgung mit Wasser zum Trinken und zur Essenbereitung können die Wasserantransporttrupps der betroffenen Bevölkerung und dem Personalbestand der Formationen große Hilfe erweisen. Diese Trupps werden im Bestand der Formationen des Dienstes für Handel und öffentliche Verpflegung organisiert. Der Trupp wird mit Milchtankwagen, Tankanhängern für Bier und Kwaß und mit Fässern ausgerüstet. Wenn diese nicht zur Verfügung stehen, sind für den Wassertransport geeignete Kraftfahrzeuge mit Behältern und Handpumpen einzusetzen. Ein Trupp mit fünf Straßentankfahrzeugen kann gleichzeitig bis zu 15000 l Wasser zuführen. Wenn die Hauptquellen der Wasserversorgung ausgefallen sind und ihre schnelle Wiederherstellung nicht möglich ist, werden provisorische Quellen angelegt. Es können Brunnen für die Entnahme von Grundwasser bzw. Uferfiltratwasser der Flüsse und Seen ausgehoben oder Rohrbrunnen errichtet werden.

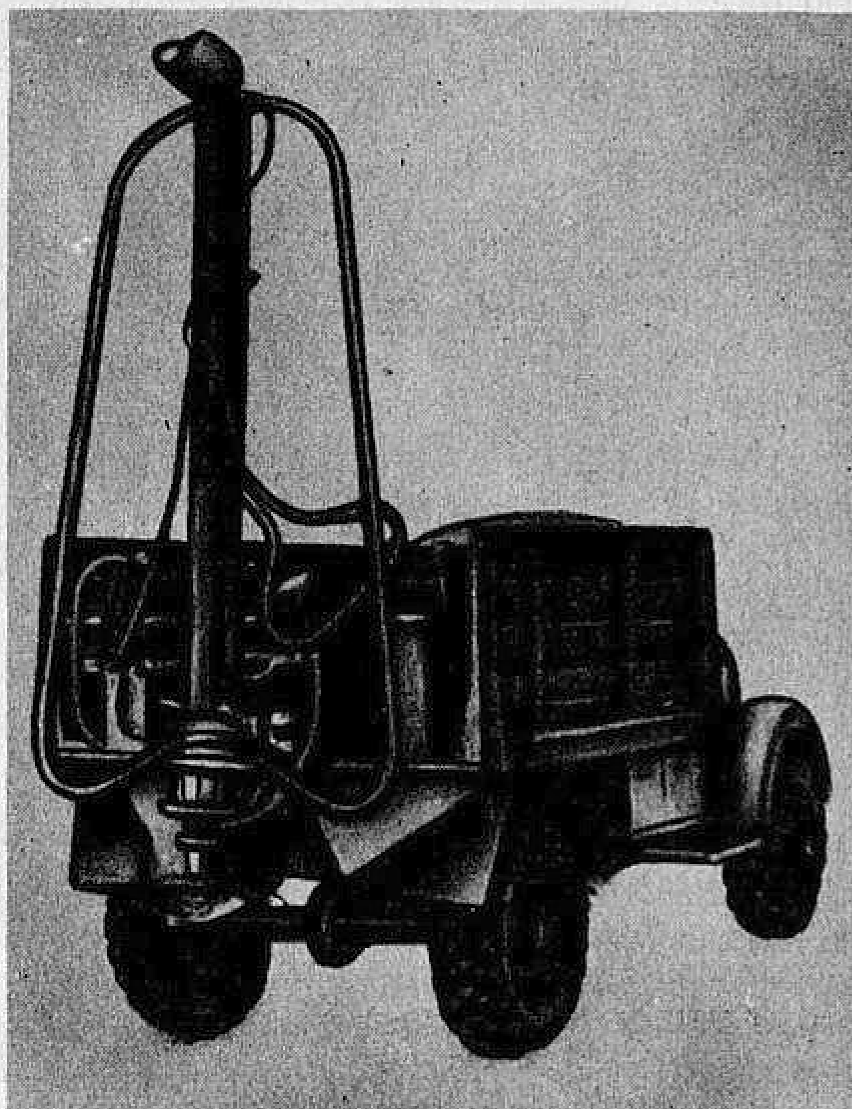


Bild 28:
Bohrkranfahrzeug BKM-1

Zum schnellen Ausheben von Schachtbrunnen können die Bohrkranfahrzeuge BKM-1 (Bild 28) und MRK-1A eingesetzt werden.
Liegen die Schichten, die für die Wasserversorgung geeignetes Grundwasser führen, tiefer, können die Brunnen ebenfalls mit Hilfe von Maschinen angelegt werden. Jedoch sind dazu kompliziertere Bohranlagen und mehr Zeit für die Ausführung erforderlich.

2.13. Gewährleistung der Betriebssicherheit der Quellen der Wasserversorgung

Der Grad der Aktivierung von offenen Quellen der Wasserversorgung (Flüsse, Seen, Teiche usw.) hängt von vielen Faktoren ab, von denen die Konzentration der radioaktiven Stoffe im Wasser, die Strömungsgeschwindigkeit und die Tiefe der Quelle die wichtigsten sind.
Der mit atmosphärischen Niederschlägen ausfallende radioaktive Staub schafft in der Oberflächenschicht des Wassers eine hohe Aktivität. Dann setzen sich die Teilchen auf dem Grund ab, je größer die Teilchen sind, desto schneller. In stehendem Wasser erreicht die Absetzgeschwindigkeit von Teilchen mit einem Durchmesser von 10 µm etwa 30 cm/h, während sie bei einem Durchmesser von 1 µm lediglich 0,2 cm/h beträgt. In fließendem Wasser setzen sich die Teilchen mit einem Durchmesser von 20 bis 10 µm unter dem Einfluß der Strömung erst in beträchtlicher Entfernung vom Ausfallort ab.
Die radioaktiven Isotope befinden sich im Wasser in zwei Hauptzuständen, nicht oder teilweise gelöst und gelöst. Sehr kleine Teilchen (Kolloide) sowie gelöste Isotope (Molekular- oder Iodenform) setzen sich nicht ab, sondern befinden sich ständig im Wasser und sammeln sich in den oberen Schichten der Wasserquellen. Es muß ebenfalls hervorgehoben werden, daß die radioaktiven Stoffe durch Bodenablagerungen, besonders Schlammablagerungen, Wasserpflanzen und von Fischen absorbiert und akkumuliert werden können. Deshalb ist in Seen, Wasserspeicherbecken und Teichen die spezifische Aktivität in den oberen Schichten, in unmittelbarer Nähe des Grundes und auf dem Grund meistens größer. In fließendem Wasser ist diese Abhängigkeit in geringerem Maße feststellbar.
Fließendes Wasser kann nach einer bestimmten Zeit, die für das Abfließen der radioaktiven Teilchen mit der Strömung nach ihrem Ausfall auf das Wasser erforderlich ist, zum Trinken genutzt werden.
Mit der Zeit verringert sich der Grad der Aktivierung des Wassers infolge des radioaktiven Zerfalls und der natürlichen Selbstreinigung der Gewässer. Jedoch kann die Konzentration der toxischen Isotope in offenen Wasserquellen lange die maximal zulässigen Werte überschreiten und die Nutzung des Wassers für Trink- und andere Zwecke (sanitäre Behandlung, Spezialbehandlung) unmöglich machen.
Alle diese Umstände müssen beim Betrieb von Wasserentnahmebauwerken unter den Bedingungen einer möglichen Aktivierung und bei der Errichtung von provisorischen Wasserfassungen berücksichtigt werden.

Die Wasserentnahme muß in einer Tiefe erfolgen, in der die geringste Aktivität der Isotope auftritt, d.h., möglichst nahe am Grund des Gewässers.

Wenn keine entsprechenden Schutzmaßnahmen eingeleitet werden, können auch geschlossene Wasserquellen (Tiefbrunnen, Schachtbrunnen, Behälter u.a.) aktiviert werden. Das Wasser aus den verschiedenen Wasserquellen darf erst nach speziellen Analysen auf seine Verwendbarkeit und Begutachtung der Analyseergebnisse durch den medizinischen Dienst genutzt werden.

Zu den Maßnahmen zum Schutz des Wassers und der Wasserquellen gehören die Anwendung zugänglicher und zuverlässiger Mittel und Methoden, die das Eindringen von radioaktiven Stoffen in das Wasser verhindern, und die Kontrolle der Wasserqualität. Zu diesem Zweck muß der Vorbereitung der geschlossenen Wasserquellen Beachtung geschenkt werden. An den Behältern mit dem Wasservorrat sind die Stellen zu ermitteln, an denen Außenluft in die Behälter eindringen kann, und die Luken, Flanschverbindungen, Rohrleitungen u. a. abzudichten.

Eine wichtige Maßnahme bei der Organisation des Schutzes ist die Kontrolle des Wassers auf einen möglichen Befall sowie der Qualität seiner Aufbereitung. Das Bedienungspersonal der Wasserwerke muß mit Kontroll- und Kernstrahlungsmeßgeräten ausgerüstet und in deren Nutzung ausgebildet werden.

Offene Wasserquellen werden vor einer Aktivierung wegen des großen Arbeitsaufwandes, meistens aber infolge der praktischen Unmöglichkeit, nicht besonders geschützt.

Der Schutz der geschlossenen Wasserquellen wird durch Abdichten der einzelnen Elemente der oberirdischen Anlagen, Rohrleitungen u. a. gewährleistet.

Die Wände und Decken aus üblichen Baustoffen gewährleisten den Schutz vor radioaktivem Staub, jedoch müssen in den Wänden zur Erhöhung der Schutzeigenschaften alle sichtbaren Risse und Spalten sowie die Belüftungskanäle und anderen Öffnungen abgedichtet werden.

Für die Hermetisierung können vorhandene Behelfs- und örtliche Materialien, die sich für diese Zwecke eignen, wie Gummidichtungen, Schläuche, Gummiplatten und andere Dichtungsmittel, sowie verschiedene in Ballen oder Rollen vorhandene Materialien verwendet werden.

2.14. Gewährleistung der Betriebssicherheit der Netze und Anlagen der Wasserversorgung

Zu den allgemeinen Arbeiten für die Gewährleistung der Betriebssicherheit der Wasserversorgungsnetze und -anlagen können folgende Maßnahmen gehören:

- Schutz der Aggregate und Ausrüstung, deren Ausfall zur Unterbrechung der Wassereinspeisung in das Netz führen kann;
- Verringerung der Brandgefährdung der Gebäude und Anlagen, Erhöhung des Feuerwiderstandes einzelner ihrer Elemente und Beseiti-

gung der Gefahr von Entstehungsbränden durch sekundäre Ursachen bei einer Zerstörung oder Beschädigung;
- Hermetisierung der Aufbereitungsanlagen, Wasserbehälter, Tiefbrunnen usw.;
- Verringerung der Gefahr des Entstehens von sekundären chemischen Wirkungsherden bei einer Zerstörung oder Beschädigung der Lager mit den für die Wasseraufbereitung bestimmten Chemikalienvorräten;
- Gewährleistung der ununterbrochenen Energieversorgung und Schaffung von Reserveenergieversorgungsquellen;
- Gewährleistung der geschützten Unterbringung des Bedienungspersonals in Schutzbauwerken u. a.

Den Arbeiten zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Netze und Anlagen muß eine Beurteilung der Standhaftigkeit der Gebäude, Anlagen, Netze und des gesamten Komplexes des Wasserversorgungssystems gegenüber der Einwirkung der Wirkungsfaktoren von Massenvernichtungsmitteln vorausgehen. Die erforderlichen Berechnungen zur Beurteilung der Standhaftigkeit und der Wichtigkeit der einzelnen Hauptbaugruppen, Aggregate und Anlagen sowie die Festlegung der notwendigen Maßnahmen erfolgen durch entsprechende Spezialisten der Projektierungs- und Betriebsorganisationen und der Stäbe der Zivilverteidigung.

Auf der Grundlage der gewonnenen Ergebnisse und Schlußfolgerungen werden der Umfang der Arbeiten festgelegt, die erforderlichen Projektdokumentationen erarbeitet und die praktischen Maßnahmen realisiert.

Bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit des Wasserversorgungssystems muß der Betriebssicherheit der Pumpwerke Beachtung geschenkt werden. Durch die Druckwelle können die oberirdischen Gebäude und Anlagen der Pumpwerke beschädigt oder völlig außer Betrieb gesetzt werden. Deshalb besteht die Aufgabe darin, die wichtigsten Elemente im Wasserversorgungssystem zu bestimmen und die Maßnahmen zu ihrer Vervollkommnung und ihrem Ausbau mit dem Ziel der Erhöhung der Betriebssicherheit auszuarbeiten.

Am zweckmäßigsten ist es, diese Maßnahme bereits bei der Projektierung zu berücksichtigen und gleichzeitig mit dem Bau der Gebäude, Anlagen und Netze zu realisieren.

In einzelnen Gebäuden und technologischen Räumen, in denen Pumpen, Elektroaggregate und andere Ausrüstung untergebracht sind, können verstärkte Konstruktionen montiert werden, die z.B. den Schutz vor einem möglichen Einsturz höherliegender Elemente des Gebäudes gewährleisten. Als derartige Konstruktionen können verschiedene Typen von Schutzwänden, behelfsmäßige Metallüberdachungen, Hauben usw. verwendet werden.

Wenn keine geschützten stationären Netzersatzanlagen vorhanden sind, muß die Möglichkeit des Aufstellens und des Anschlusses von fahrbaren Netzersatzanlagen oder Stromerzeugungszügen vorgesehen werden. Dazu können frühzeitig die Aufstellplätze mit den erforderlichen Verteilereinrichtungen und Leitungen vorbereitet werden.

Für eine Reihe von Objekten können geschützte Pumpwerke mit Dieselnotstromaggregaten gerechtfertigt sein.

Gleichzeitig damit können die Pumpwerke für Tiefbrunnen ohne spürbare Verteuerung halbunterirdisch gebaut werden. Dabei müssen Maßnahmen zum Schutz der Chemikalienvorräte eingeleitet werden, indem die Chemikalien in halbunterirdischen Lagerräumen oder in Behältern untergebracht werden, die in einer Sicherheitsentfernung voneinander und von anderen Aufbereitungsanlagen angeordnet werden.
Ebenso wichtig ist es, komplex jene Forderungen zu beachten, die sich aus den Bedingungen des täglichen Betriebes ergeben und die Durchführung der Instandsetzung an den Netzen und Anlagen des Wasserversorgungssystems gewährleisten. Dazu können die Wasserzubringerleitungen in zwei oder mehreren parallelen Linien verlegt werden, zwischen denen Verbundleitungen vorzusehen sind, um einzelne Abschnitte der Zubringerleitungen zur Überprüfung und Instandsetzung abschalten zu können.
Für eine größere Betriebssicherheit der Pumpwerke unter Havariebedingungen muß die Möglichkeit des schnellen Abschaltens ihrer einzelnen Hauptbaugruppen und Anlagen gesichert sein. Die Abschalt- und anderen Armaturen (Handräder, Auslässe, Rohrentlüfter) werden gewöhnlich an zugänglichen Stellen außerhalb möglicher Trümmerbereiche der Gebäude installiert. Halbunterirdische Behälter mit Wasservorräten sollten mit Vorrichtungen für die Wasserentnahme im Falle einer Havarie oder Instandsetzung der Speisezubringerleitung ausgestattet werden.
In den in Betrieb befindlichen Pumpwerken können die Schutzmaßnahmen bei ihrer Rekonstruktion, bei einer Instandsetzung oder auf besondere Weisung realisiert werden. Die Mittel und Methoden des Schutzes werden abhängig von den konkreten Bedingungen auf der Grundlage eines detaillierten Studiums aller Faktoren ausgewählt.
Zu den Schutzmaßnahmen für die Gewährleistung der Betriebssicherheit von in Betrieb befindlichen Pumpwerken können gezählt werden:
- die Gewährleistung eines sicheren Betriebes der Energieversorgung;
- die Gewährleistung der Möglichkeit der Entgiftung, Entaktivierung und Entseuchung des Wassers und das Anlegen von Vorräten an Chlor und Chemikalien für die Entgiftung, Entaktivierung und Entseuchung;
- die Verstärkung einzelner, wichtiger Hauptbaugruppen und Anlagen, sofern das möglich und zweckmäßig ist;
- die verstärkte Sicherung der Wasserentnahmestellen und des angrenzenden Wasserbeckens sowie die Überwachung der Wasserqualität durch Laborkontrollen u. a.

Es ist erforderlich, die Ordnung des Betreibens von Wasserwerken unter Havariebedingungen nach speziellen Regimen auszuarbeiten sowie die Nachausstattung mit notwendiger Ausrüstung und Materialien und das Anlegen von zusätzlichen Vorräten an Brenn- und Kraftstoffen für örtliche Energiequellen und von eisernen Vorräten an Chemikalien sowie Havariematerialien vorzusehen.
Die Zuverlässigkeit der Wasserversorgung einer Stadt oder eines einzelnstehenden Industrieobjektes wird erstens von der Anzahl und dem Charakter der Wasserquellen, auf denen das System basiert (offene, geschlossene, Grad ihrer Dezentralisierung usw.), und zweitens davon

abhängen, inwieweit die Maßnahmen zur Erhöhung der Standhaftigkeit eines jeden Elementes und jeder Anlage des Wasserversorgungssystems durchdacht und realisiert sind.
Die angeführten Maßnahmen sind als allgemeine und bei weitem nicht vollständige Empfehlungen zu betrachten. In jedem konkreten Falle werden die Fragen der Erhöhung der Betriebssicherheit im Gesamtsystem der Maßnahmen unter Berücksichtigung der technischen Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Möglichkeiten gelöst.
Die Reservoire mit dem Wasservorrat werden geschützt, um eine sichere Trinkwasserreserve zu besitzen, falls die das Wasserversorgungssystem speisenden Wasserquellen oder die Wasserentnahmebauwerke ausfallen sollten.
Die Wasservorratsbehälter sind große oberirdische oder im Erdreich angelegte Behälter. Sie werden über eine oder mehrere Rohrleitungen mit Wasser gefüllt. Um das Vakuum im Inneren des Behälters bei seiner Entleerung zu beseitigen, werden oben Belüftungsrohre (oft werden sie Atemrohre genannt) eingesetzt, durch die die Luft eintritt. Damit einzelne Baugruppen des Vorratsbehälters periodisch durchgesehen und ihre Funktion kontrolliert werden können und Instandsetzungen sich einfacher ausführen lassen, sind in den Behälter spezielle Luken eingebaut. Zum Schutz des Wassers vor einer möglichen Verunreinigung werden die Luke und die anderen Öffnungen, durch die verunreinigte Luft in den Behälter eindringen kann, hermetisiert.
Um die Maßnahmen für einen zuverlässigen Betrieb der Vorratsbehälter zu gewährleisten, muß beachtet werden, daß bei der Wasserentnahme aus einem gefüllten Behälter infolge des entstehenden Unterdrucks in den Behälter Außenluft gelangt. Um auszuschließen, daß Staub und andere Verunreinigungen aus der Luft in das Wasser gelangen können, sind in die Belüftungsöffnungen Filter einzusetzen. Die Filter können sowohl industriell als auch aus Behelfsmaterialien (z. B. Sackleinen oder poröses Gewebe) hergestellt sein. Wenn keine Filter vorhanden sind, müssen die Belüftungsrohre dicht verschlossen werden. In diesem Falle wird das Wasser nach dem Öffnen der Atemrohre entnommen und periodisch erneuert. Anderenfalls kann es zu einer Beschädigung des Vorratsbehälters durch den Unterdruck in seinem Inneren kommen. In den Wasserbehältern sollte ein maximaler Füllstand aufrechterhalten werden.
Schäden an Abschnitten des Wasserleitungsnetzes können zum Ausströmen einer erheblichen Wassermenge und damit zum Unterspülen von Gebäudegründungen und zur Überflutung von Kellern führen. Das schnelle Absperren beschädigter Netzabschnitte hängt von der Schnelligkeit des Auffindens der Kontrollschächte mit den Absperrschiebern und von ihrem technischen Zustand ab. Daher sind die Absperrschieber systematisch auf die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit zu überprüfen. Um die Suche der Absperrschieber zu erleichtern, sollte eine Dokumentation vorbereitet werden (Zeichnungen, Schemas), in der die Lage der Wasserleitungen, der Kontrollschächte, der Leitungseinführungen in die Gebäude usw. angegeben werden. Unterirdische Wasserquellen und

Tiefbrunnen sind in Städten, ländlichen Gegenden und Industriebetrieben weit verbreitet. In einer Reihe von Fällen sind sie die Hauptquellen der Wasserversorgung. In der Volkswirtschaft gibt es eine große Anzahl verschiedenartiger Brunnen, die sich voneinander nach der Art der Ausrüstung für die Förderung und Behandlung des unterirdischen Wassers, der geförderten Wassermenge und anderen Besonderheiten unterscheiden.
Das Schema eines Tiefbrunnens ist auf Bild 29 gezeigt. Die Brunnentiefe wird durch die Tiefe der wasserführenden Schicht bestimmt. Das unterirdische Wasser kann mit einer Tiefpumpe gefördert werden, die in den unteren Teil des Brunnens eingesetzt wird. Die die Pumpen antreibenden Elektromotoren werden über der Bohrlochmündung oder zusammen mit der Pumpe (Tauchpumpen) montiert.
Um reines Wasser ohne mechanische Beimengungen zu fördern, werden

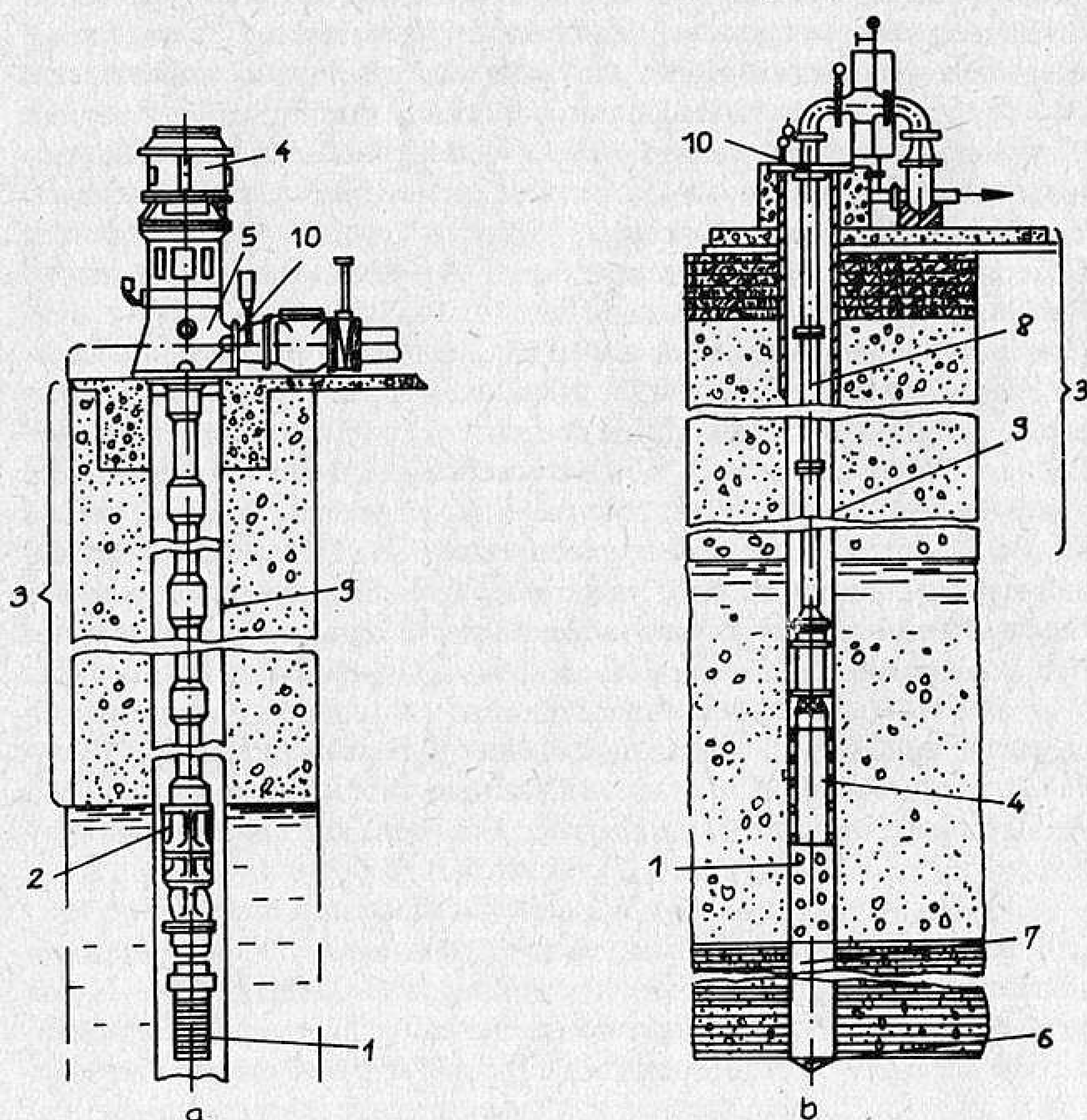


Bild 29: Tiefbrunnen, die mit einer Tief- oder Tauchpumpe ausgerüstet sind
a – Tiefbrunnen mit Tiefpumpe; b – Tiefbrunnen mit Tauchpumpe
1 – Filter; 2 – Kreiselpumpe; 3 – Wasserentnahmetiefe; 4 – Elektromotor; 5 – Druckstutzen der Pumpe; 6 – Rohrverschluß; 7 – Absetzrohr; 8 – Steigrohr; 9 – Mantelrohr; 10 – Bohrlochmündung

Filter eingesetzt. Abhängig von der Gesteinszusammensetzung des wasserführenden Horizontes werden unterschiedliche Filterkonstruktionen verwendet: Skelettstabfilter, Rohrfilter mit runder oder spaltförmiger Perforation, Drahtgewebefilter, Siebfilter, Kiesschüttungsfilter u. a.
Über jedem Tiefbrunnen wird ein ober- oder unterirdisches Brunnenhaus errichtet. In einer Reihe von Fällen können die Tiefbrunnen mit der Ausrüstung in den Kellerräumen von Industriegebäuden angeordnet werden.
Eine Verunreinigung des geförderten Wasser ist durch die Bohrlochmündung sowie durch Undichtheiten an den Stößen der Wasserverteilungsrohre am ehesten wahrscheinlich und möglich. Alles das muß bei den Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit von Tiefbrunnen berücksichtigt werden. Bei der Errichtung und Ausrüstung eines Brunnens sind solche konstruktiven Lösungen des Brunnenbauwerkes und seiner einzelnen Baugruppen anzuwenden, die die Möglichkeit einer Verunreinigung des Brunnens und des Eindringens von Verunreinigungen durch den Brunnen in den wasserführenden Horizont ausschließen.

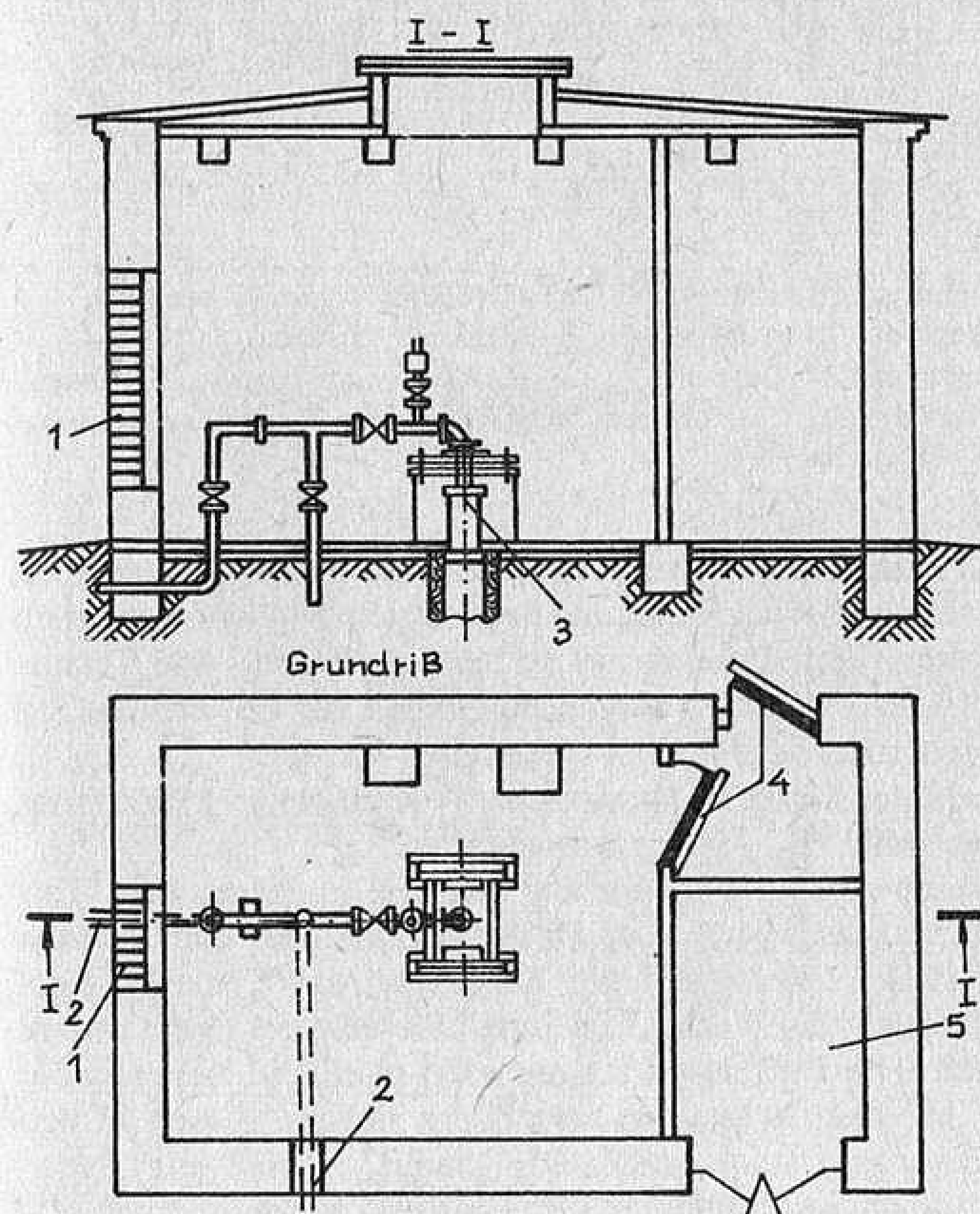


Bild 30: Variante des oberirdischen Bauwerkes eines Tiefbrunnens
1 – Fensteröffnung; 2 – Austritt der Wasserleitung; 3 – Bohrlochmündung; 4 – Türen; 5 – Transformatorraum

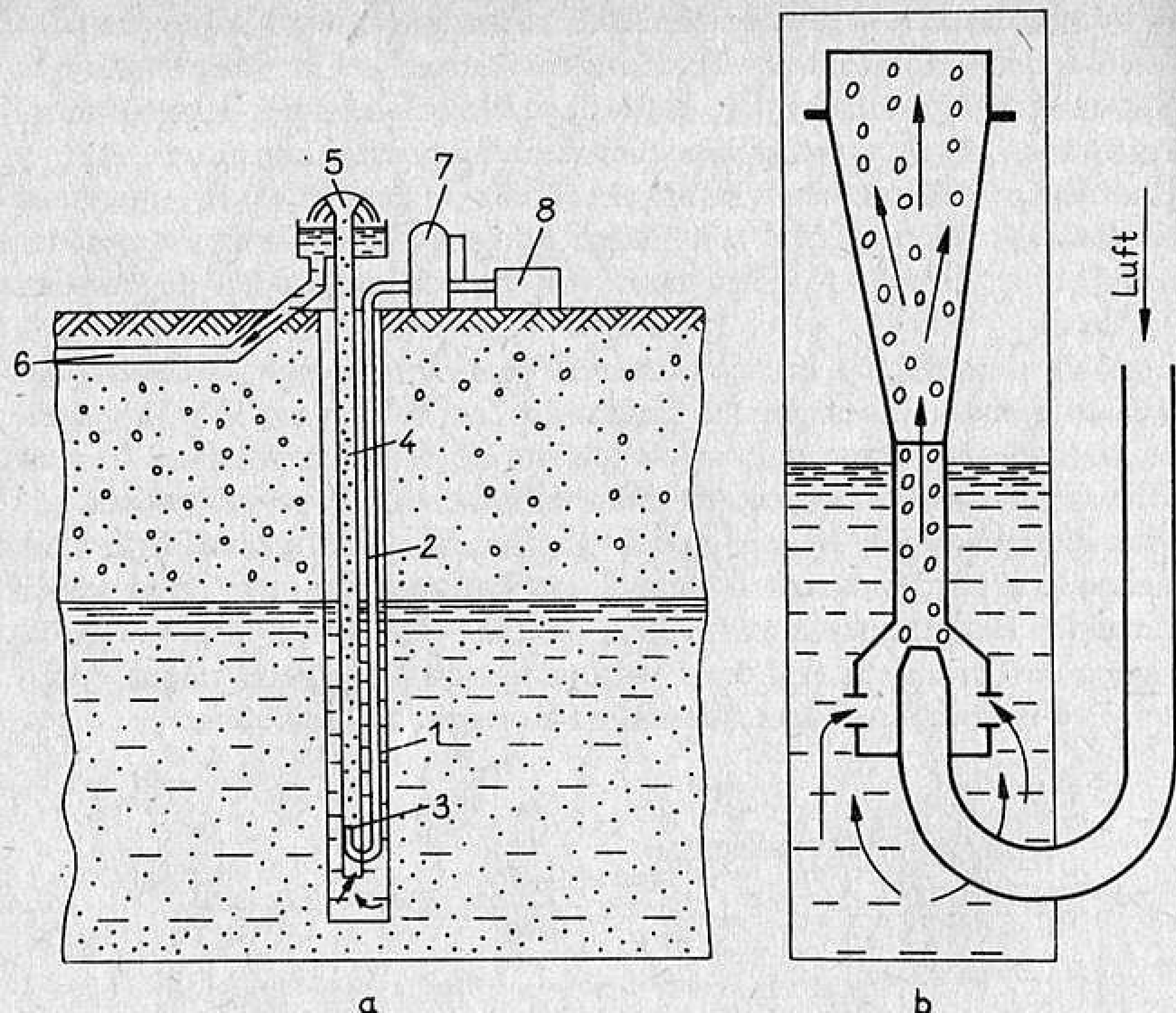


Bild 31: Prinzipschema der Arbeitsweise eines Druckluftwasserhebers
a – Schema des Drucklufthebers; b – Schema der Düse
1 – Mantelrohr; 2 – Luftrohr; 3 – Düse; 4 – Steigrohr für die Emulsion; 5 – Luftabscheider; 6 – Rohr zum Sammelbehälter; 7 – Druckausgleichsgefäß; 8 – Kompressor

Der Vorzug ist Tiefbrunnen mit vertieft angelegten Brunnenhäusern zu geben (Bild 30). Unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen ist es am zweckmäßigsten, den Brunnen mit stehenden Kreisel- und Tauchpumpen auszurüsten. Es müssen auch Maßnahmen zur Gewährleistung der Notstromversorgung der Pumpen vorgesehen werden.
Eine große Anzahl der in der Volkswirtschaft vorhandenen Brunnen ist mit Druckluftwasserhebern, Airlifts, ausgestattet.
Die Wirkungsweise des Drucklufthebers besteht in folgendem: Die Druckluft wird mit einem Kompressor durch das Luftrohr in den Brunnen gedrückt (Bild 31). Im Flüssigkeitsrohr bildet sich dabei eine Wasseremulsion (ein Gemisch aus Wasser und Luft), die eine geringere Dichte als Wasser besitzt. Die Luftblasen steigen nach oben und ziehen dabei das Wasser mit. Mit dem Aufsteigen vergrößern sich die Blasen infolge der Druckverringerung, und gleichzeitig damit wächst die Steiggeschwindigkeit. Nach dem Austreten der Emulsion aus dem Drucklufthebеr erfolgt die Trennung von Wasser und Luft im Separator. Gewöhnlich dient als Separator ein Abweiser in Form eines Schirmes, der im Aufnahmebehälter eingebaut ist. Die Emulsion trifft an der Innenfläche

des Abweisers auf, die Luft entweicht, und das Wasser fließt vom Abweiser in den Behälter ab. Von dort wird das Wasser über Rohre in das Wasserversorgungssystem gedrückt.
Die Leistung von Drucklufthebern beträgt 1 bis 50 m³/h, während die Steighöhe des Wassers in ihnen 200 m erreicht.
Wie ersichtlich ist, erfordert dieses Prinzip der Wasserförderung durch die Erzeugung einer Wasseremulsion eine große Menge Druckluft, die von leistungsfähigen Kompressoren geliefert wird. Deshalb werden Maßnahmen zur Gewährleistung der Betriebssicherheit von Druckluftwasserhebern angesichts ihrer Kompliziertheit nur dann durchgeführt, wenn andere Lösungen ausgeschlossen sind.
Alle nicht in Betrieb befindlichen Brunnen sind zur Vermeidung einer Verunreinigung des wasserführenden Horizontes entsprechend den Forderungen der Staatlichen Hygieneinspektion abzudichten, d. h., das Brunnenrohr ist durch Zementierung sicher zu verschließen.
Der größere Teil der Ausrüstung von Tiefbrunnen befindet sich immer

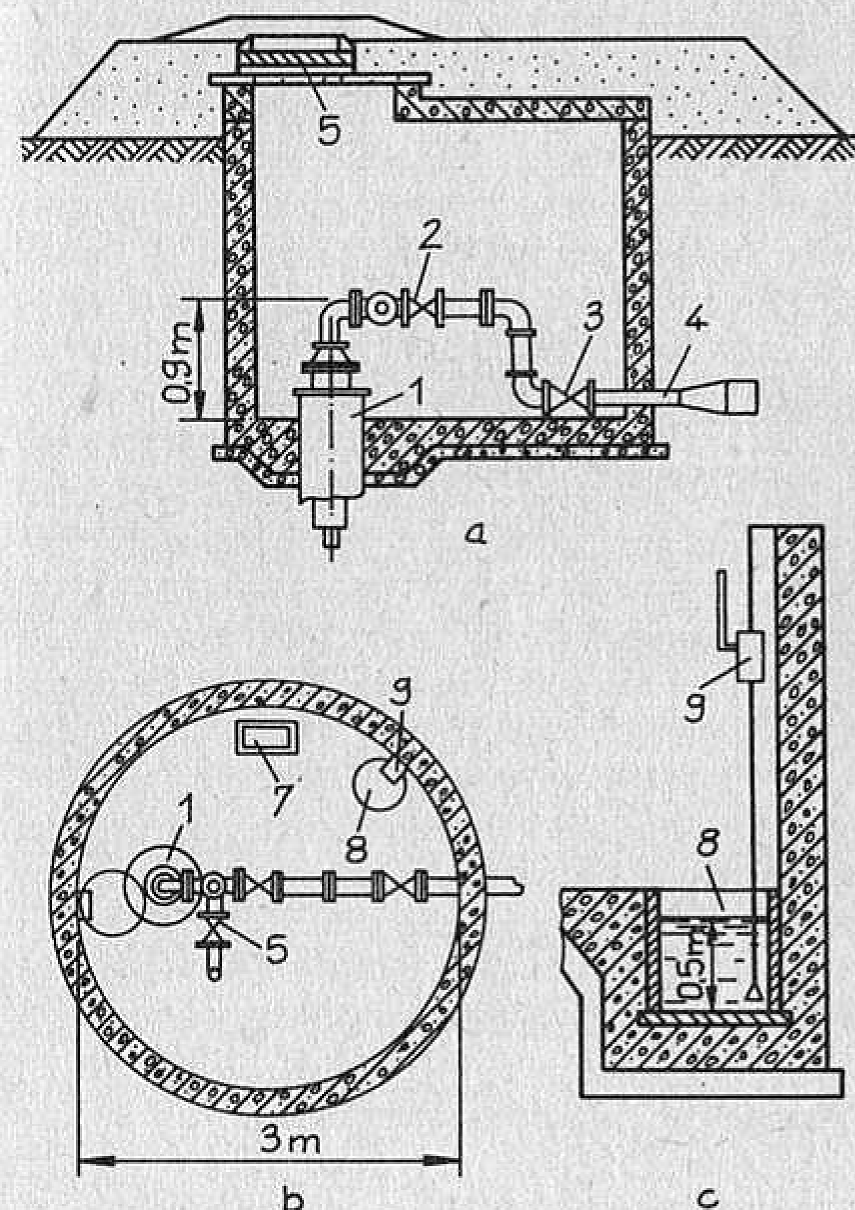


Bild 32: Halbunterirdischer Tiefbrunnen
a – Schnitt; b – Grundriß; c – Schnitt der Grube
1 – Bohrlochmündung; 2 – Absperrschieber; 3 – Rückschlagventil; 4 – Wasserableitungsrohr; 5 – Luke; 6 – Absperrschieber; 7 – Schaltschrank; 8 – Grube; 9 – Handpumpe

unter der Erde, d. h., er besitzt bereits einen bestimmten Schutz. Deshalb ist es unkompliziert, den Schutz des gesamten Brunnens zu gewährleisten, wenn dies gleichzeitig mit dem Bohren und dem Ausbau nach einem speziell ausgearbeiteten Projekt geschieht.

Das Schema eines Tiefbrunnens ist auf Bild 32 dargestellt. Die Außenwände bestehen aus Montageteilen mit einem Durchmesser von 3 m, die auf eine Betonfundamentplatte aufgesetzt sind. Für das Betreten des Betriebsraumes und die Instandsetzung der Ausrüstung dient die mit einem Deckel verschließbare Einstiegsluke. Im Inneren des Raumes sind die Ausrüstung, Wassermeßgeräte und der Schaltschrank für die Stromversorgung der Pumpe installiert.

Das Wasser wird aus dem Brunnen direkt in das Netz oder in Wasservorratsbehälter gespeist, bei notwendiger Aufbereitung jedoch zuvor in Aufbereitungsanlagen.

In ländlichen Gegenden, Vorstädten und Gebieten ohne zentrale Wasserversorgung werden Wasserquellen in Form von Schachtbrunnen, Uferfiltratbrunnen und Quellen sowie individuelle Rohrbrunnen genutzt.

Damit kein Regenwasser, Staub, Wasser von der Erdoberfläche bzw. aus dem Boden in die Schachtbrunnen gelangen kann, wird um die Brunnen-

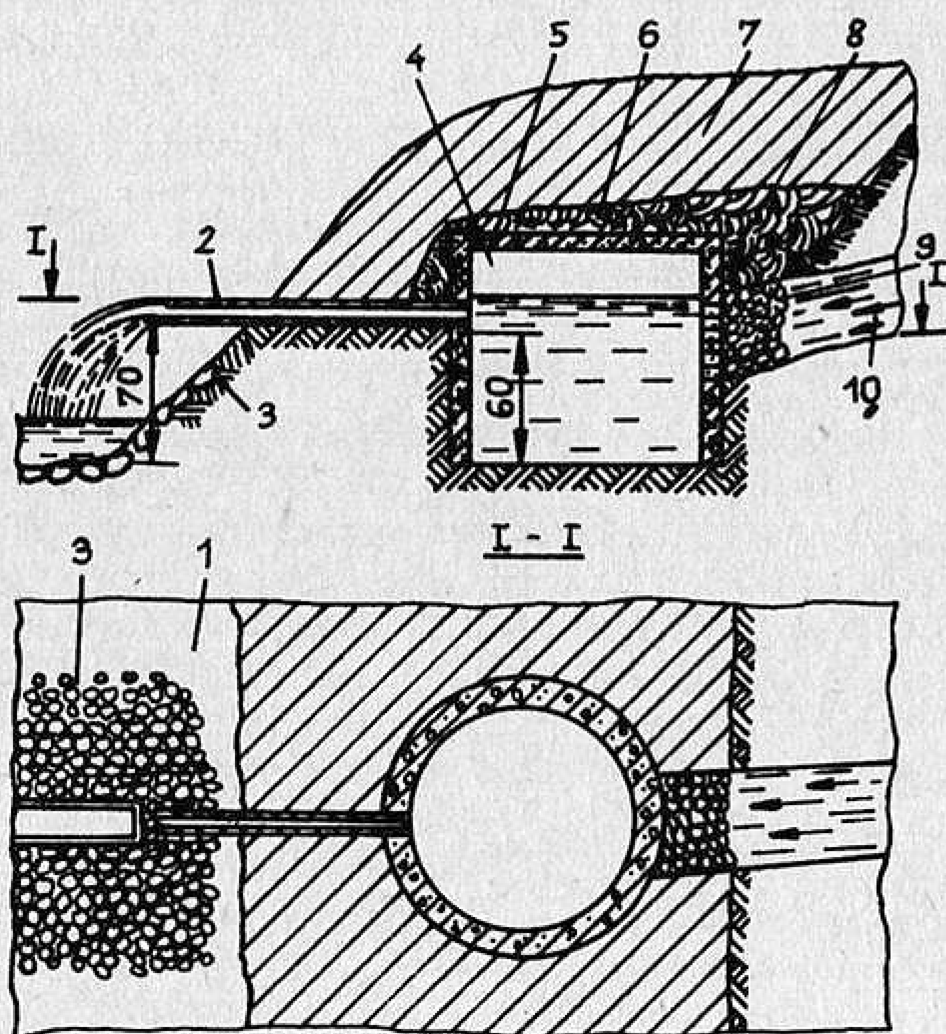


Bild 33: Quellfassung einer fallenden Quelle
1 – Fläche für die Wasserentnahme; 2 – Wasserausflußrinne; 3 – Traufpflaster; 4 – Auffangbehälter; 5 – Stahlbetonplatte; 6 – Wassersperrschicht aus Lehm; 7 – Erdstoffaufschüttung; 8 – Stahlbetonring; 9 – Grobkies; 10 – wasserführende Schicht

gründung herum eine Sperrschicht aus festgestampftem Lehm oder eine Wasserschutzböschung aus Feldsteinen, Zement und Beton angelegt. Zu dem gleichen Zweck wird über dem Brunnen ein Bretterhäuschen mit dichtschließendem Deckel errichtet. In einigen Fällen wird der Brunnenkopf mit Polyethylenfolie oder einer Plane abgedeckt.
Zum Heben des Wassers aus Schachtbrunnen und für seine Förderung zum Verbrauchsort können Kreiselpumpen, Becherschöpfwerke oder Haspeln mit Kübeln bzw. Eimern verwendet werden.
Für die Wasserentnahme aus Quellen werden Quellfassungen errichtet. Auf Bild 33 ist als Beispiel die Quellfassung einer fallenden Quelle aus Stahlbetonringen dargestellt.

2.15. Entaktivierung von Wasser

Sind keine Trinkwasservorräte vorhanden, oder wurden Wasserquellen nicht geschützt, darf das Wasser aus offenen Quellen in aktiviertem Territorium erst nach seiner Aufbereitung verbraucht werden.
Die schädliche Wirkung der radioaktiven Isotope hängt von der Form ab, in der sich die Isotope im Wasser befinden. Unlösliche und schwerlösliche Isotope werden, wenn sie in den Verdauungstrakt gelangen, aus dem Organismus ausgeschieden, ohne in das Blut oder die Knochen einzudringen. Leichtlösliche Isotope dringen aus dem Verdauungstrakt leicht in das Blut ein und werden in den gesamten Organismus verschleppt und in verschiedenen Organen akkumuliert. Am gefährlichsten sind Isotope mit kurzer physikalischer und großer biologischer Halbwertzeit.
Als Entaktivierung wird ein Komplex von Maßnahmen zur Verringerung des Grades der Aktivierung auf einen zulässigen Wert bezeichnet. Der Entaktivierung liegt das Prinzip der mechanischen Entfernung der radioaktiven Stoffe durch Abspülen, Abschneiden der aktivierten Schicht usw. zugrunde. Die Entaktivierung des Wassers besteht in der Absonderung der gelösten und als Schwebstoffe vorhandenen radioaktiven Isotope aus dem Wasser und ihrer anschließenden Entfernung.
Die Vollständigkeit der Entaktivierung von Wasser wird durch zwei Kennziffern charakterisiert, durch den Grad der Entaktivierung und den Entaktivierungskoeffizienten bzw. -faktor.
Der Grad der Entaktivierung D ist das Verhältnis der Differenz zwischen den Werten der Ausgangsaktivität A_0 und der Endaktivität des Wassers A_R zur Ausgangsaktivität des Wassers:

$$D = \frac{A_0 - A_R}{A_0} \cdot 100\,\%.$$

Der Entaktivierungskoeffizient bzw. -faktor F ist das Verhältnis des Wertes der Aktivität des Wassers vor der Behandlung zum Wert seiner Aktivität nach der Behandlung:

$$F = \frac{A_0}{A_R}.$$

Umfang und Charakter der Wasseraufbereitung hängen von der Art der im Wasser befindlichen radioaktiven Stoffe, vom Grad der Aktivierung und davon ab, wofür das Wasser benötigt wird. Radioaktive Stoffe, die sich im Wasser im Schwebezustand in Form von mechanischen Trübstoffen und teilweise im Kolloidzustand befinden, können durch Abstehen des Wassers und Filtration entfernt werden.

Gewöhnlich gewährleisten die Methoden der Wasseraufbereitung in den Wasserwerken, denen die Flockung und Filtration zugrunde liegen, durchaus vollständig die Entfernung der ungelösten, schwebenden radioaktiven Isotope aus dem Wasser, Flockung und Filtration sind jedoch für die Entfernung der gelösten Formen von radioaktiven Isotopen praktisch unwirksam.

Die Entkeimung des Wassers in den Wasserwerken (gewöhnlich Chlorierung oder eingeführte neue Methoden, wie Ozonbehandlung und UV-Bestrahlung) kann ihrem physikalisch-chemischen Wesen nach ebenfalls nicht zu seiner Entaktivierung führen.

Die einfachste Methode der Aufbereitung kleiner Wassermengen ist das Abstehen. Dazu wird das Wasser in Fässer, Reservoire und andere Behältnisse gefüllt, wo es längere Zeit (von 10 bis 15 h bis zu mehreren Tagen) verweilt.

Der Prozeß wird erheblich durch den Zusatz von Stoffen, die die Flockenbildung und das Absetzen der Schwebstoffe fördern, den Flockungsmitteln, beschleunigt.

Als Flockungsmittel werden in den Wasserwerken meistens Tonerdepulver (Aluminiumsulfat) und Eisen(II)-chlorid verwendet.

Die Verwendbarkeit des Wassers wird durch die Kernstrahlungskontrolle von Wasserproben bestimmt, die in bestimmten Zeitabständen (in denen sich die radioaktiven Teilchen auf dem Boden absetzen) entnommen werden. Nach dem Abstehen muß vorsichtig die obere Schicht abgegossen oder mit einer Handpumpe abgepumpt werden.

Ein sicheres Verfahren der einfachen Entaktivierung des Wassers ist seine Filtration. Das Wasser muß Filter unterschiedlichster Art, unter Verwendung von Sand, Kies und Kohle, durchlaufen.

Die Entfernung von gelösten radioaktiven Isotopen wird vor allem durch das Entsalzen des Wasser erreicht. Deshalb sind alle Methoden der Entsalzung von unterirdischem und Meereswasser gleichzeitig auch Entaktivierungsmethoden.

Auf dem Erdball sind 97% Salzwasser, 2% in Form von Eis und lediglich 1% Süßwasser. Mit dem Wachsen der Städte und der Industrie vergrößert sich der Bedarf an Süßwasser. Gegenwärtig werden für den Bedarf der Bevölkerung, der Industrie und der Landwirtschaft jährlich Hunderte Milliarden Kubikmeter benötigt. Dieser Bedarf steigt ununterbrochen, und das Leben zwingt dazu, in immer größerem Maße entsalztes Wasser zu verwenden. Die Kosten dieses Wassers sind noch hoch, aber es werden immer effektivere Entsalzungsverfahren entwickelt und eingeführt.

Für die Wasserentsalzung können unterschiedliche Methoden angewandt werden, die Destillation (Verdampfung mit anschließender Kondensation des Dampfes), das Ausfrieren, die Kristallhydratmethode, die Elektro-

dialyse, die Methoden der Umkehrosmose, des Ionenaustausches u. a. Am weitesten verbreitet sind Entsalzungsanlagen, die auf der Destillationsmethode basieren, aber sie sind am kostspieligsten. Es soll am Rande vermerkt werden, daß beim Verdampfungsprozeß eine Reihe von Elementen, die flüchtig sind oder flüchtige Verbindungen bilden, in das Destillat übergehen, und zwar vor allem Ruthenium, Jod und inerte Gase. Das geschieht nicht bei der Anwendung der Methode des Ausfrierens der radioaktiven Lösungen. Der erzielbare Entaktivierungsfaktor ist hierbei sehr hoch, bis zu 10^6.

Ökonomischer und perspektivischer ist die Methode der Elektrodialyse. Im Wasser befinden sich die gelösten Salze in Form von positiv und negativ geladenen Ionen. In einem elektrischen Feld werden die positiv geladenen Ionen von der Kathode und die negativ geladenen von der Anode angezogen. In einen Behälter mit einer großen Zahl von Kammern werden Filter eingesetzt (Membranen). Die Filter lassen nur Kationen oder Anionen durch. Dadurch sammelt sich in den einen Kammern Süßwasser an, in den anderen eine Salzlösung.

Die Kristallhydratmethode der Wasserentsalzung beruht auf der Eigenschaft einiger Stoffe (Propan, Freone, Chlor), mit Wasser Kristallwasserhydrate zu bilden. Dabei gehen die in der Lösung enthaltenen Salze nicht mit in die Kristallhydrate ein, sondern verbleiben in der Salzlösung. Die Salzlösung wird abgelassen, die Kristallhydrate werden ausgesiebt. Bei geringer Erwärmung spalten sie sich in Süßwasser und das Agens auf. Kristallhydratanlagen können die Aufwendungen für die Wasserentsalzung erheblich senken.

Eine weitere Methode der Wasserentsalzung ist die direkte Destillation unter Einwirkung der Sonnenstrahlen, die Helioentsalzung. Das Wesen der Methode besteht darin, daß unter der Einwirkung der Sonnenstrahlung in einem mit Salzwasser gefüllten Behälter das Wasser verdampft und das Destillat, das sich bei der Kondensation des Dampfes an den schrägen, luftgekühlten Flächen über dem Behälter bildet, in Rinnen gesammelt wird. Die zurückbleibende Salzlösung wird in die Entwässerungsleitung geleitet.

Die Wasserentsalzung nach der Methode der Umkehrosmose basiert auf dem Prinzip des Diffundierens des salzigen Wassers durch eine halbdurchlässige Membrane in einen Behälter mit Süßwasser, wenn ein zusätzlicher Überdruck geschaffen wird, der den osmotischen übersteigt. Die halbdurchlässige Membrane wird aus einem Material hergestellt, das in der Lage ist, Wasser durchzulassen und die hydratisierten Ionen der im Wasser gelösten Salze zurückzuhalten.

Die Entsalzung von salzhaltigem Wasser ist auch in Ionenaustauscheranlagen möglich, deren Wirkungsweise im aufeinanderfolgenden Durchleiten des Salzwassers durch zwei Arten von Filtern, die mit Kationen- bzw. Anionenaustauscherharzen beschickt sind und periodisch mit Säure und Lauge regeneriert werden, besteht.

Die **biologische Entaktivierung** von Trinkwasser beruht auf der Fähigkeit natürlicher Böden und Suspensionen (Ton, Torf, Schlamm) sowie einiger Süßwasserorganismen (besonders Plankton, Periphyton), die meisten

radioaktiven Elemente zu sorbieren (absorbieren), und zwar mit einem hohen Akkumulationskoeffizienten.
Die biologische Entaktivierung erfolgt nach den Verfahren der Langsamfiltration durch Sandfilter und der Filtration durch Biofilter sowie in Schlammbelebungsanlagen und Oxydationsteichen.
Alle Verfahren der biologischen Entaktivierung des Wassers sind durch einen relativ langsamen Verlauf des Aufbereitungsprozesses gekennzeichnet. Außerdem erfordert ihre Anwendung die Installation einer speziellen Ausrüstung und die Einrichtung von besonderen technologischen Räumen in den Wasserwerken.
Bei allen Verfahren der Wasserentaktivierung ist die Kernstrahlungskontrolle zur Überwachung der Entaktivierungsqualität notwendig. Das Wasser ist dann für den Verbrauch geeignet, wenn die Menge der darin enthaltenen radioaktiven Stoffe nicht über den zulässigen Normen liegt.
Radiologische Wasseranalyse. In Wasserwerken und in einer Reihe von Betrieben der Nahrungsgüterindustrie werden zur Bestimmung des Grades der Aktivierung des Wassers Laboratorien geschaffen, in denen der Grad der Radioaktivität des Wassers festgestellt wird, die aber auch zur quantitativen und qualitativen Bestimmung von chemischen Kampfstoffen und biologischen Kampfmitteln im Wasser dienen.
Die radiologische Analyse erfolgt nach speziellen Methoden und Instruktionen. Im Ergebnis der Analyse wird die spezifische Betaaktivität der Probe in den entsprechenden Einheiten der Aktivität festgestellt.

2.16. Instandsetzung von beschädigten Tiefbrunnen

Beschädigungen und Zerstörungen von Tiefbrunnen können bei direkter Einwirkung der Druckwelle auf die Ausrüstung und Konstruktionen und infolge des Einsturzes des oberirdischen Brunnenhauses entstehen.

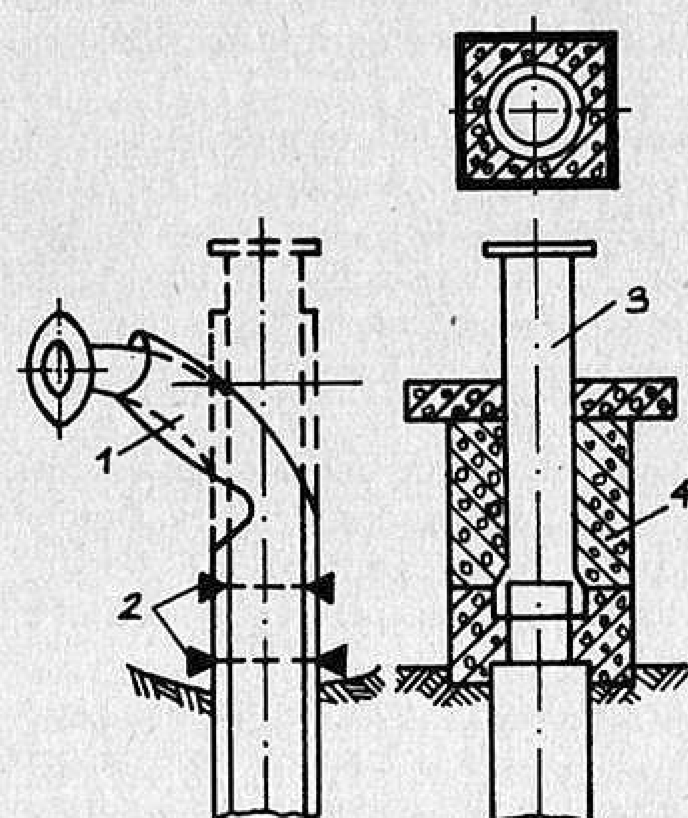


Bild 34:
Wiederherstellung einer zerstörten Bohrlochmündung
1 – beschädigtes Mantelrohr; 2 – Trennlinien der Bohrlochrohre; 3 – ausgewechseltes Rohr; 4 – Beton

Befindet sich das Brunnenhaus im Trümmerbereich von höheren Gebäuden, können bei deren Zerstörung zusätzliche Schwierigkeiten entstehen. Dabei werden in der Regel die Rohrleitungen, die Ausrüstung der Pumpenhäuser und die Einfassung der Brunnenmündung beschädigt. Zur Außerbetriebsetzung eines Tiefbrunnens kann es beim Ausfall der Stromversorgung der Pumpen kommen. Die wichtigsten Arbeiten zur Wiederherstellung eines Tiefbrunnens bestehen in folgendem:
Bei einer beschädigten Bohrlochmündung wird der obere Teil der Mantelrohre unterhalb der Schadstelle abgetrennt. Danach werden die Brunnenrohre so verlängert, wie das auf Bild 34 gezeigt ist. Die Verbindung des anzusetzenden Rohrabschnittes mit dem Mantelrohr läßt sich am einfachsten durch Schweißen herstellen.
Wenn der Tiefbrunnen zugesetzt ist, muß er gereinigt werden. Größere Gegenstände werden mit Greifwerkzeugen herausgezogen (Bild 35).

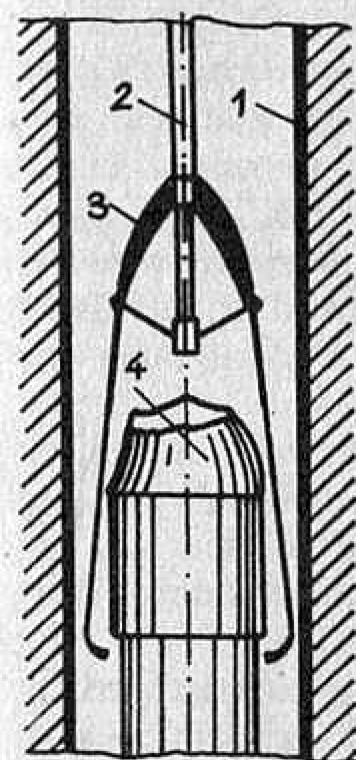


Bild 35: Bergung eines Ausrüstungsteils aus einem Brunnen mittels Greifwerkzeug
1 – Mantelrohr; 2 – Stange; 3 – Greifzangen; 4 – beschädigtes Rohr

Positive Ergebnisse bringt bei Tiefbrunnen, die das Wasser aus porösen Gesteinen entnehmen und keine Filter besitzen, das Torpedieren. Dazu wird in den Tiefbrunnen eine Sprengladung hinabgelassen und gezündet, anschließend werden die Gesteinsbrocken entfernt und zum Spülen Wasser abgepumpt. Ist ein Tiefbrunnen stark mit Erdreich zugesetzt, sind für seine Reinigung eine längere Zeit und die Hinzuziehung von qualifizierten Spezialisten erforderlich.

2.17. Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten an Wasserversorgungsnetzen und -anlagen

Die Instandsetzungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd werden im Unterschied zu den gewöhnlichen Bedingungen durch die Aktivierung des Territoriums, Massenbrände und durch die Zerstörung von Gebäuden und Anlagen auf einer großen Fläche erschwert. Unter diesen Bedin-

gungen ist es in kürzester Zeit erforderlich, Havarien an den Wasserversorgungssystemen zu lokalisieren und die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten auszuführen, wobei die Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten sind.
Eine Charakteristik der Bedingungen für Arbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd und die allgemeinen Forderungen des Arbeitsschutzes, die mit diesen Bedingungen verknüpft sind, werden im Kapitel 8. dargelegt.
Bezüglich der Wasserversorgungsnetze müssen Lagepläne der Netze (mit Anschluß zu Gebäuden oder nichtverschüttbaren Bezugsorientierungspunkten) vorhanden sein, in denen die Abmessungen und das Material der Rohrleitungen, Schächte und Kammern, die Installationstiefe der Armaturen in den Schächten usw. ausgewiesen sind. Es müssen jene Schächte, Kammern und anderen Anlagen hervorgehoben sein, die mit Gas gefüllt sein können.
Eine Brigade (ein Trupp) muß beim Arbeiten in Schächten aus mindestens drei Personen bestehen. Nur einem ist es gestattet, den Schacht zu besteigen. In allen Fällen muß der Arbeiter im Schacht einen Sicherheitsgurt angelegt haben und eine Lampe vom Typ LBWK mit sich führen.
Vor dem Besteigen des Schachtes ist das Vorhandensein von Gas in der Luft mit einer angezündeten Benzinlampe vom Typ LBWK zu prüfen. Befindet sich im Schacht Methan oder Schwefelwasserstoff, wird die Flamme der Lampe kleiner, bei Gegenwart von Kohlendioxid verlischt sie, während Benzin- und Ätherdämpfe zu einer Vergrößerung der Flamme führen.
Die Luftverunreinigung durch Gase kann durch natürliche Belüftung, mit einem Ventilator bzw. mit den auf den Spezialfahrzeugen AWM-2 und RWM-2 installierten Gebläsen sowie durch Einlaufenlassen und anschließendes Abpumpen von Wasser beseitigt werden. Gas durch Ausbrennen zu entfernen, ist strikt untersagt.
Kann die Luftverunreinigung durch Gase nicht völlig beseitigt werden, darf im Schacht nur mit Atemschutzgerät bzw. isolierender Schutzmaske gearbeitet werden.
Arbeiten in Wassereinlaufschächten werden bei stillstehenden Pumpen durchgeführt. Verbrennungs- und Elektromotore und Maschinen werden erst nach dem Abstellen instand gesetzt. Dabei sind Elektromotoren sowie Anlaß-, Regel- und andere Vorrichtungen zu erden.
Die Instandsetzung von unter Wasser stehender Ausrüstung darf erst nach Entleerung des Behälters durchgeführt werden.
In den Aufbereitungsanlagen der Wasserwerke werden starkwirkende Gifte eingesetzt. Dazu gehören flüssige starkwirkende Gifte, die in Druckflaschen und Behältern unter Druck aufbewahrt werden (Ammoniak und Chlor), und nebelbildende Säuren (Schwefel- und Salzsäure). Deshalb muß den Chemikalienlagern besondere Beachtung geschenkt werden. In den meisten Wasserwerken wird für die Entkeimung (Entgiftung) des Wassers Chlor verwendet. Chlor ist ein Giftgas, das bei einer bestimmten Konzentration in der Luft auf den Menschen schädlich wirken kann. Gasförmiges Chlor ist 2,5mal schwerer als Luft. Deshalb kann es sich in Keller- und tiefliegenden Räumen sowie in Geländesenken sammeln. Das

Gas resorbiert in Luft langsam. Die Verwaltung und der Einsatz des Chlors erfolgt entsprechend den Arbeitsschutzanordnungen für die Aufbewahrung von starkwirkenden Giften durch Personal, das eine entsprechende Ausbildung absolviert hat. Für den Fall von Havarien in den Chlorierungsanlagen und Chlorlagern müssen Schutzmittel vorhanden sein (Schutzmasken des Typs W, Schlauchschutzmasken des Typs PSch-1, gummierte und Yperitschutzanzüge, Gasprüfer UG-2, Dithionit für die Entgiftung usw.).
Wird der Austritt von Chlor aus einem Behälter festgestellt, ist die Leckstelle mit Wasser zu besprühen oder mit nassen Tüchern abzudekken. Dabei kommt es zur Vereisung, die einen weiteren Austritt unterbindet. Es kann eine Schelle mit einer Gummidichtung aufgesetzt werden. Tritt weiterhin Chlor aus, wird auf die Druckflasche eine Havarieabdeckhaube aufgesetzt, oder die Flasche wird in eine Wanne mit einer 10%igen Dithionit- bzw. Kalklösung getaucht. Im Falle einer Havarie wird die Ausbreitung des Gases im Raum durch das Anlegen eines Wasserschleiers, durch Einströmenlassen von Schwefeldioxid oder durch Verstäuben einer 10%igen Dithionitlösung (mit einer Eimerspritze) beseitigt. Die Arbeiten müssen mit angelegtem Atemschutzgerät bzw. isolierenden Schutzmasken durchgeführt werden. Gleiches trifft auch für das Arbeiten mit Ammoniak zu.

3. Instandsetzungsarbeiten an Kanalisationssystemen

3.1. Kanalisationssysteme

Vom Stadtterritorium muß eine beträchtliche Menge von Abwässern entfernt werden, die ein Ergebnis der Lebenstätigkeit der Stadt und der atmosphärischen Niederschläge sind: Fäkalien-, Wirtschafts-, Industrie- und Niederschlagsabwässer. Aufnahme und Ableitung der Abwässer aus der Stadt heraus, einschließlich ihrer Behandlung, erfolgen durch einen Komplex von Ingenieurnetzen und -anlagen, das Kanalisationssystem.
Die Außenkanalisation besteht aus den Hof- bzw. Häusergruppenentwässerungsnetzen, dem Straßennetz, Kollektoren, Kanälen und Abwasserbehandlungsanlagen.
Die Abwässer einiger Straßenleitungen oder Werksnetze strömen über Kanalisationshauptleitungen mit großem Durchmesser, Kollektoren, in den Hauptkollektoren (bzw. Kanälen) zusammen, durch die sie zu den Abwasserbehandlungsanlagen abgeleitet werden (Bild 36).
Je nach Art der abzuleitenden Abwässer kann die Kanalisation als Mischwasserkanalisation, bei der alle städtischen Abwässer unabhängig von ihrer Herkunft und ihrem Charakter von einem einheitlichen Rohrnetz abgeleitet werden, oder als getrennte Regen- und Schmutzwasserkanalisation, bei denen die Ableitung des Regenwassers über ein Netz und der stark verschmutzten Haushalts- und Industrieabwässer über ein anderes erfolgt, betrieben werden.
In der Regel werden Kanalisationsnetze als drucklose Gefälleleitungen angelegt. Dazu werden die Rohre mit dem erforderlichen Gefälle verlegt.
Ausgehend von ökonomischen Erwägungen werden bei großer Ausdehnung des Kollektornetzes und geringem Gefälle der Erdoberfläche Kanalisationspumpwerke zum Umpumpen der Abwässer aus tieferlie-

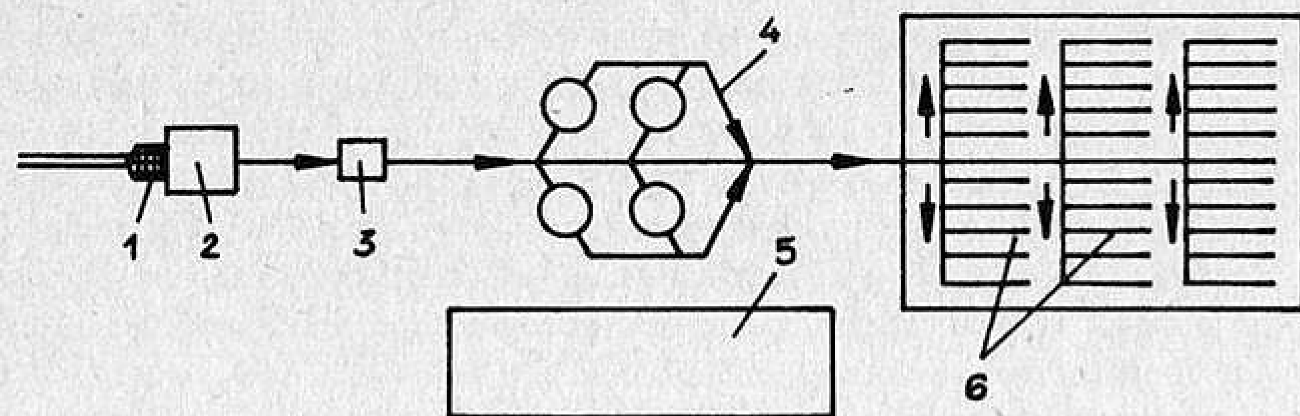


Bild 36: Schema der Kläranlagen mit Rieselfeldern
1 – Rechen; 2 – Pumpwerk; 3 – Sandfangkammer; 4 – Klärbecken; 5 – Schlammtrockenplatz; 6 – Rieselfelder

genden Kollektoren in die Kläranlagen bzw. in Kollektoren mit geringerer Verlegungstiefe errichtet.
Die Klärung und Entkeimung der Kanalisationsabwässer, die Verunreinigungen organischer und anorganischer Herkunft, verschiedene Bakterien und chemische Verunreinigungen enthalten, erfolgt in Kläranlagen. Je nach dem Grad der Verunreinigung und den an die Behandlung gestellten sanitärhygienischen Forderungen werden mechanische, chemische und biologische Verfahren der Abwasserbehandlung angewandt.

3.2. Konstruktion der Kanalisationsnetze und -anlagen

Für die Anlage von Kanalisationsnetzen werden in breitem Umfang Gußeisen-, Steinzeug-, Beton- und Stahlbetonrohre mit verschiedenen Durchmessern verwendet.
Kanalisationskollektoren größerer Querschnitte werden aus Stahlrohren

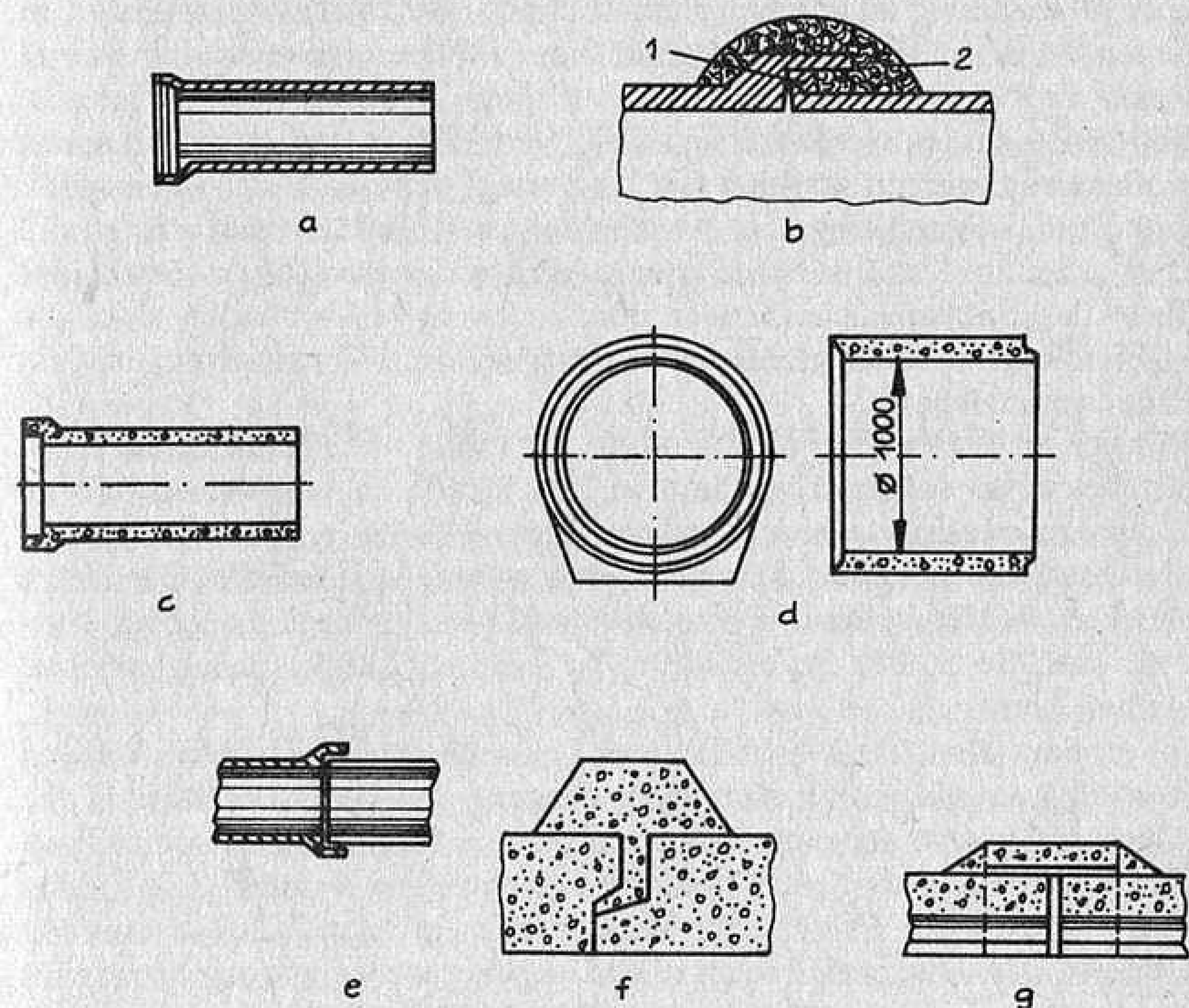


Bild 37: Kanalisationsrohre und Methoden ihrer Verbindung
a – Steinzeugrohr; b – Verbindungsstelle eines Steinzeugrohres; c – Muffenrohr aus Beton; d – Falzrohr aus Beton mit einer Nennweite von 1000 mm; e – Muffenverbindung; f – Falzverbindung mit Abdichtgurt; g – Verbindung mit Gewindemuffe
1 – Teerstrick, 2 – fetter Lehm

oder in Form von geschlossenen Kanälen mit unterschiedlichem Querschnitt, häufig mit Gewölben, aus Beton und Ziegelsteinen hergestellt. Kanalisationsrohre müssen dichte, wasserundurchlässige Verbindungsstellen besitzen. Die Rohre werden gewöhnlich mit Hilfe von Stemmmuffen, Falzen mit Abdichtgurt oder Gewindemuffen (Bild 37) verbunden.

3.3. Standhaftigkeit der Kanalisationssysteme

Infolge einer Zerstörung des Kanalisationssystems einer Stadt bzw. seiner Elemente kann es zu einer Überflutung einzelner Territorien der Stadt, von Straßenabschnitten und Kellerräumen mit Abwässern kommen, wodurch die Arbeiten zur Rettung und Bergung der Menschen in einem Wirkungsherd wesentlich erschwert werden. Außerdem können bei einer längeren Überschwemmung von Territorien der Stadt, besonders in der warmen Jahreszeit, Bedingungen für das Entstehen von Krankheits- und Seuchenherden geschaffen werden.
Eine Überflutung ist in jenen Netzabschnitten am wahrscheinlichsten, in denen die Abwasserbeseitigung mit Pumpwerken erfolgt und die Pumpwerke beschädigt oder ohne Elektroenergie sind. In einer Reihe von Fällen ist ein massenhafter Ausfluß von Abwässern aus städtischen Kollektoren, die mit starkem Gefälle verlegt sind, möglich, wenn durch eine Beschädigung einzelner Abschnitte der Kollektor verstopft ist.
Das getrennte Kanalisationssystem bietet, wenn die Kollektoren beider Teile des Systems miteinander durch Überläufe verbunden sind, die Möglichkeit, beschädigte Rohrleitungsabschnitte abzusperren, und ist daher vorzuziehen.
Für neu zu projektierende Kanalisationssysteme von Städten und Industriebetrieben sollten Überläufe in den Projekten vorgesehen und im Bauprozeß realisiert werden, während für in Betrieb befindliche Systeme die Überläufe bei einer Rekonstruktion oder Instandsetzung der Netze errichtet werden sollten. Wenn Überläufe nicht frühzeitig angelegt wurden, sind die Stellen zu ermitteln, wo sie im Notfall schnell errichtet werden können.
In großen Kanalisationskollektoren müssen vor wichtigen Anlagen (Unterführungen an Flüssen, Kläranlagen), bei deren Zerstörung die Abwässer infolge des sich im Netz bildenden Überdruckes an die Oberfläche austreten können, Notauslässe vorgesehen werden. Die Stellen zum Ablassen der Abwässer in Havariefällen müssen frühzeitig mit den Organen der Hygieneinspektion und des Umweltschutzes abgestimmt werden.
Die Pumpwerke sind das wichtigste Glied in den Kanalisationssystemen. Vor allem in den Hauptrichtungen muß die Elektroenergieversorgung der Pumpwerke zuverlässig sichergestellt werden.
Für die Beurteilung der Kanalisationssysteme müssen die anfälligsten Stellen bekannt sein, frühzeitig der mögliche Umfang der Instandset-

zungsarbeiten ermittelt und die Maßnahmen zur Verhütung von Schäden festgelegt werden. Auch die Spezifik der Kanalisationssysteme muß berücksichtigt werden. Bei Gefällesystemen ist das Abschalten einzelner Abschnitte unmöglich, deshalb ist hier bei der Wiederherstellung eines zerstörten oder beschädigten Abschnittes der Kanalisationsnetze eine spezielle Umgehungsleitung oder die Errichtung eines Notauslasses für die Abwässer erforderlich.

3.4. Charakter der Zerstörungen und Beschädigungen von Kanalisationssystemen

Die Zerstörungen und Beschädigungen von unterirdischen Kanalisationsleitungen werden den gleichen Charakter tragen wie bei Wasserversorgungsnetzen. Am häufigsten werden Schäden an den Verbindungsstellen der Rohre und Kollektoren mit der Bildung von Längs- und Querrissen auftreten. Im Vergleich zu den Gußeisen- und Stahlrohren werden die Steinzeug- und Betonrohre in stärkerem Maße von Zerstörungen und Beschädigungen betroffen sein.
Bei einer Zerstörung von Kanalisationsrohren und -kollektoren kommt es zu deren Verstopfung, und die Kanalisationswässer strömen durch naheliegende Kontrollschächte an die Oberfläche oder sickern an den Schadstellen der Rohrleitungen durch das Erdreich.
Überaus gefährlich ist ein infolge einer Beschädigung entstehender Kontakt des Trinkwassers mit den Abwässern.

3.5. Instandsetzungsarbeiten an Kanalisationssystemen

Die Instandsetzungsarbeiten an den Kanalisationssystemen werden darin bestehen, Überschwemmungen, die die Durchführung der Rettungs- und Bergungsarbeiten in einem Wirkungsherd verhindern oder erschweren, zu beseitigen bzw. einzugrenzen.
Dazu werden vor allem die Havarieauslässe in den Kanalisationskollektoren vor den beschädigten Anlagen geöffnet. Wird ein Pumpwerk beschädigt oder fällt das Energieversorgungssystem der Stadt aus, wodurch das Pumpwerk ohne Strom bleibt, muß der Zustrom der Abwässer unterbrochen und über einen Notauslaß abgeleitet werden. Bei Beschädigung eines Notauslasses muß ein provisorischer einfacher Auslaß in Form eines offenen Grabens angelegt werden. Die wichtigsten Verfahren zur Errichtung von Umgehungsleitungen sind auf Bild 38 dargestellt.
Das einfachste Verfahren für die Gestaltung eines Abwasserüberlaufes ist das Anlegen von provisorischen Gefällerinnen, -ableitungskanälen und -gräben zur Umgehung von beschädigten Abschnitten (Bild 39). Können Gefälleüberläufe nicht angelegt werden, erfolgt das Umpumpen der Abwässer mit mobilen Pumpen. In einer Reihe von Fällen bietet sich das

Überlaufen von Abwässern durch einen Graben an, der zwischen zwei Kanalisationsschächten oder -kollektoren ausgehoben wird.
Nach dem Errichten eines Überlaufes oder einer Ableitung wird der beschädigte Abschnitt durch Einsetzen von Rohrabschlüssen oder Pfropfen in die Kanalisationsrohre, die in die Kontrollschächte münden, abgesperrt. Als Rohrverschlüsse können Holztafeln, die mit Spreizhölzern eingesetzt werden, runde Holzpfropfen (für Rohre mit kleinem Durchmesser), Sandsäcke und andere Vorrichtungen dienen.

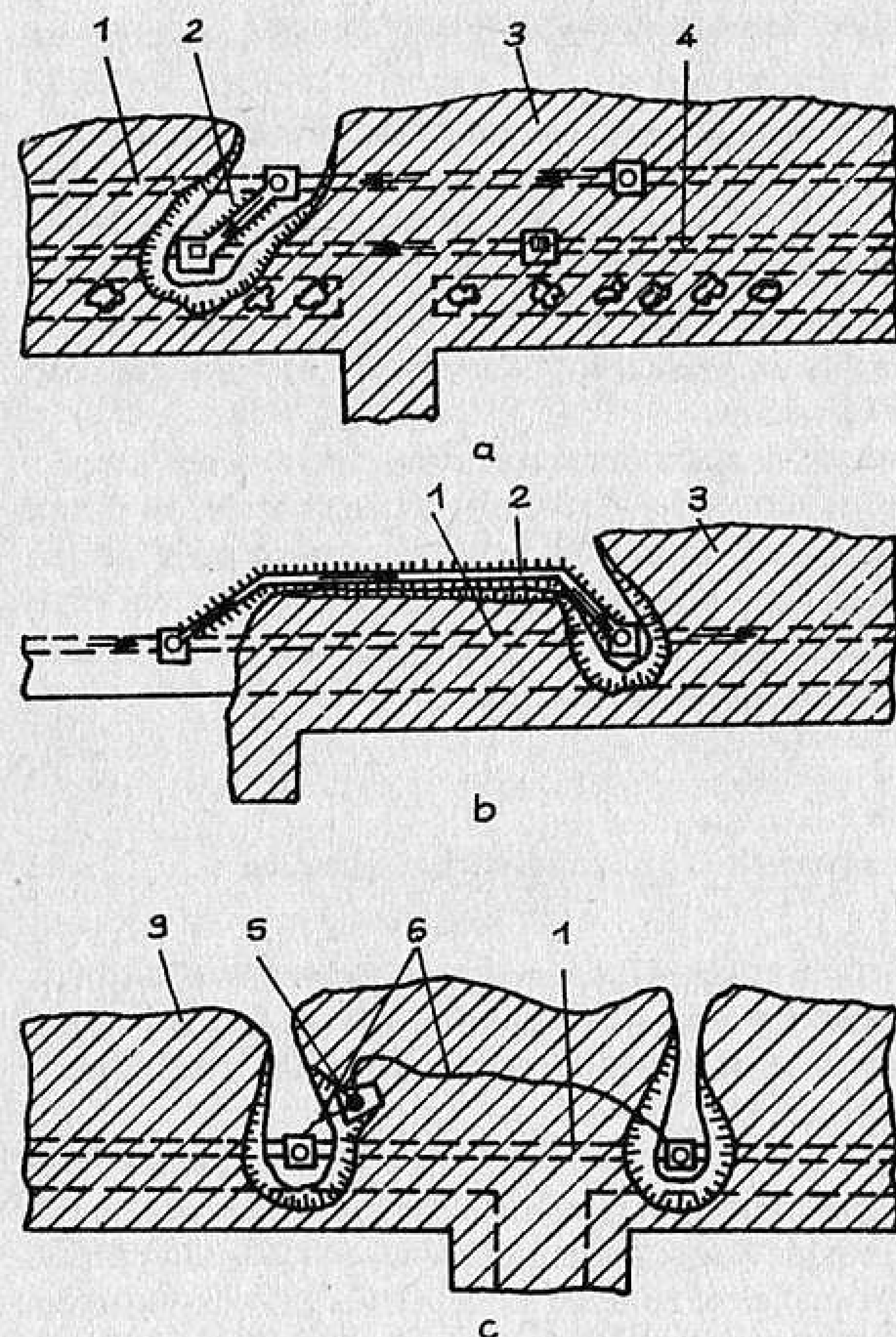
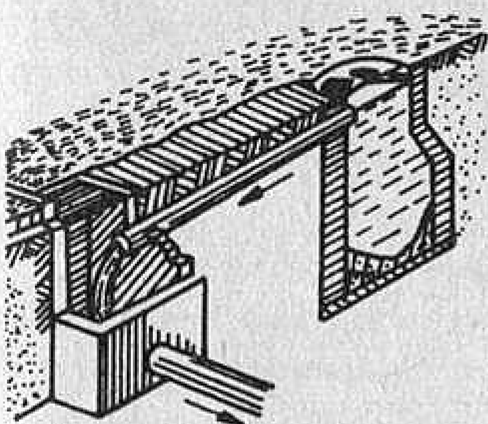
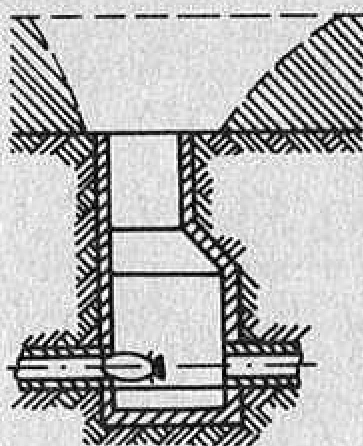


Bild 38: Verfahren für die Ableitung von Abwässern zur Beseitigung der Gefahr einer Überschwemmung
a – Anlegen eines Überlaufes in Form einer Rinne von einem Schacht der Schmutzwasserkanalisation in einen Schacht der Regenwasserkanalisation; b – Anlegen eines Überlaufes zur Umgehung eines beschädigten Rohrabschnittes; c – Umpumpen der Abwässer
1 – beschädigtes Rohr; 2 – Havarieüberlauf; 3 – Trümmerbereich des Gebäudes; 4 – Rohr der Regenwasserkanalisation; 5 – Pumpe; 6 – Schläuche







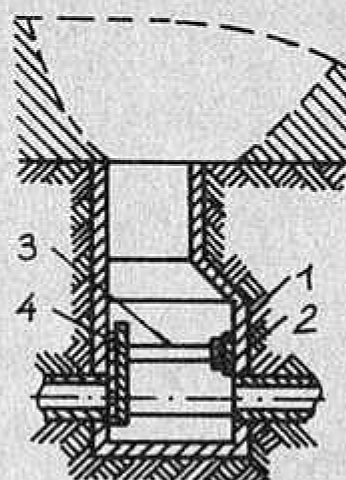


Bild 39: Errichtung provisorischer Umgehungsleitungen
a – Gefälleüberlauf durch eine Holzrinne; b – Rohr in einem Graben zwischen Kanalisationsschächten; c – Absperren eines beschädigten Rohres mit einem Sandsack als Pfropfen; d – Absperren eines beschädigten Rohres durch eine Holztafel mit Spreizhölzern
1 – Keil; 2 – Unterlegholz; 3 – Spreizholz; 4 – Tafel

3.6. Sicherheitsmaßnahmen an Kanalisationsnetzen und -anlagen

Die Instandsetzungsarbeiten an den Kanalisationsnetzen und -anlagen unterscheiden sich wenig von den Arbeiten an Wasserversorgungssystemen. Deshalb sind die Arbeitsschutzbestimmungen für die Instandsetzungsarbeiten an den Netzen und Anlagen von Wasserversorgungssystemen voll anwendbar bei analogen Arbeiten an den Netzen und Anlagen der Kanalisationssysteme. Es gibt jedoch einige Unterschiede. Die wesentlichsten sind folgende:

– Infolge von Havarien und Zerstörungen, was besonders unter den Bedingungen eines Wirkungsherdes wahrscheinlich ist, können in das

Kanalisationsnetz schädliche und brennbare Flüssigkeiten gelangen (Erdöl, Benzin, Kerosin u. a.).
- Bei der Zersetzung von Fäkalien bilden sich schädliche und explosive Gase, wie Methan, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff.

Deshalb müssen in den Kanalisationspumpwerken für diesen Fall spezielle Maßnahmen vorgesehen werden:
- Es darf kein offenes Feuer benutzt werden.
- Die Qualität der Luft ist mittels Gasprüfer oder Grubenlampe ständig zu kontrollieren.
- Im Einlaufbehälter und Rechenraum dürfen Schweißarbeiten erst nach sorgfältiger Durchlüftung zugelassen werden.

Für die Zeit des Schweißens sollte die Zufuhr von Kanalisationswässern unterbrochen werden. Arbeiten in Kammern und Spezialschächten (z. B. Dükern) sind von einer Brigade in Stärke von mindestens drei Personen auszuführen, in begehbaren Kanälen und Kollektoren von fünf Personen (einer arbeitet im Kollektor, je zwei Beobachter befinden sich an jedem Schacht).

4. Instandsetzungsarbeiten an Gasversorgungssystemen

Erdgas ist einer der am meisten verbreiteten und perspektivreichsten Brennstoffe, sowohl für die Industrie als auch zur Deckung des Haushaltbedarfs der Bevölkerung.
Die Sowjetunion verfügt über große erkundete industrielle Erdgasvorräte. Sie wachsen ständig und nähern sich gegenwärtig 20 Trillionen Kubikmetern. Der Anteil des Erdgases an der Brennstoffbilanz des Landes übersteigt 20 % und vergrößert sich weiter. In Großstädten ist er in der Regel noch höher. Mit Gas werden 80 % der Städte und großen Ansiedlungen und 70 % der Dörfer versorgt. Der größere Teil der Bevölkerung des Landes, 160 Millionen Einwohner, nutzt diesen einfachen und billigen Brennstoff.
Der Gasverbrauch in der Industrie wächst. Unter Einsatz von Gas werden 88 % des Stahls, 86 % des Gußeisens, 61 % des Zements usw. produziert. Sprunghaft vergrößert sich der Gasverbrauch in der chemischen Industrie.
Der Zuwachs der Gasförderung geschieht in steigendem Tempo: 1979 überstieg die Gasförderung für die Volkswirtschaft 400 Mrd. m^3, und am Ende des 10. Fünfjahrplanes nähert sie sich 435 Mrd. m^3.
In Betrieb genommen wurden die größten Erdgasleitungen auf der Welt: Buchara–Ural, Mittelasien–Zentrum, Nordkaukasus–Zentrum–Nord-Westen und Sibirien–Zentrum. Die Länge der großen unterirdischen Erdgasfernleitungen übersteigt bereits 170 000 km.
Im wesentlichen ist das Einheitliche Gasversorgungssystem der UdSSR, das die einzelnen in Betrieb befindlichen Regionalsysteme vereinigt, aufgebaut und wird weiter ausgebaut. Das Verbundsystem ist ein wechselseitiger Komplex der Erdgaslagerstätten, Erdgasfernleitungen, Untergrundspeicher, erdgasverarbeitenden Betriebe und Verteilungssysteme, der die Möglichkeit bietet, Erdgas aus den verschiedenen Quellen zu fördern und in das System einzuspeisen und somit die Sicherung der Gasversorgung des Landes erheblich zu erhöhen.
In naher Zukunft wird das Gas in jede Stadt gelangen.

4.1. Systeme der Gasversorgung von Städten

Die Systeme der Gasversorgung einer Stadt bestehen aus Gasquellen, Untergrundspeichern, Gasometern, unterirdischen Gasleitungen, Verdichter- und Gasverteilungsstationen, Gasdruckreglerstationen und -anlagen sowie anderen Anlagen, die die Förderung, Reinigung und Zulieferung des Gases zu den Verbrauchern gewährleisten, Fernwirkein-

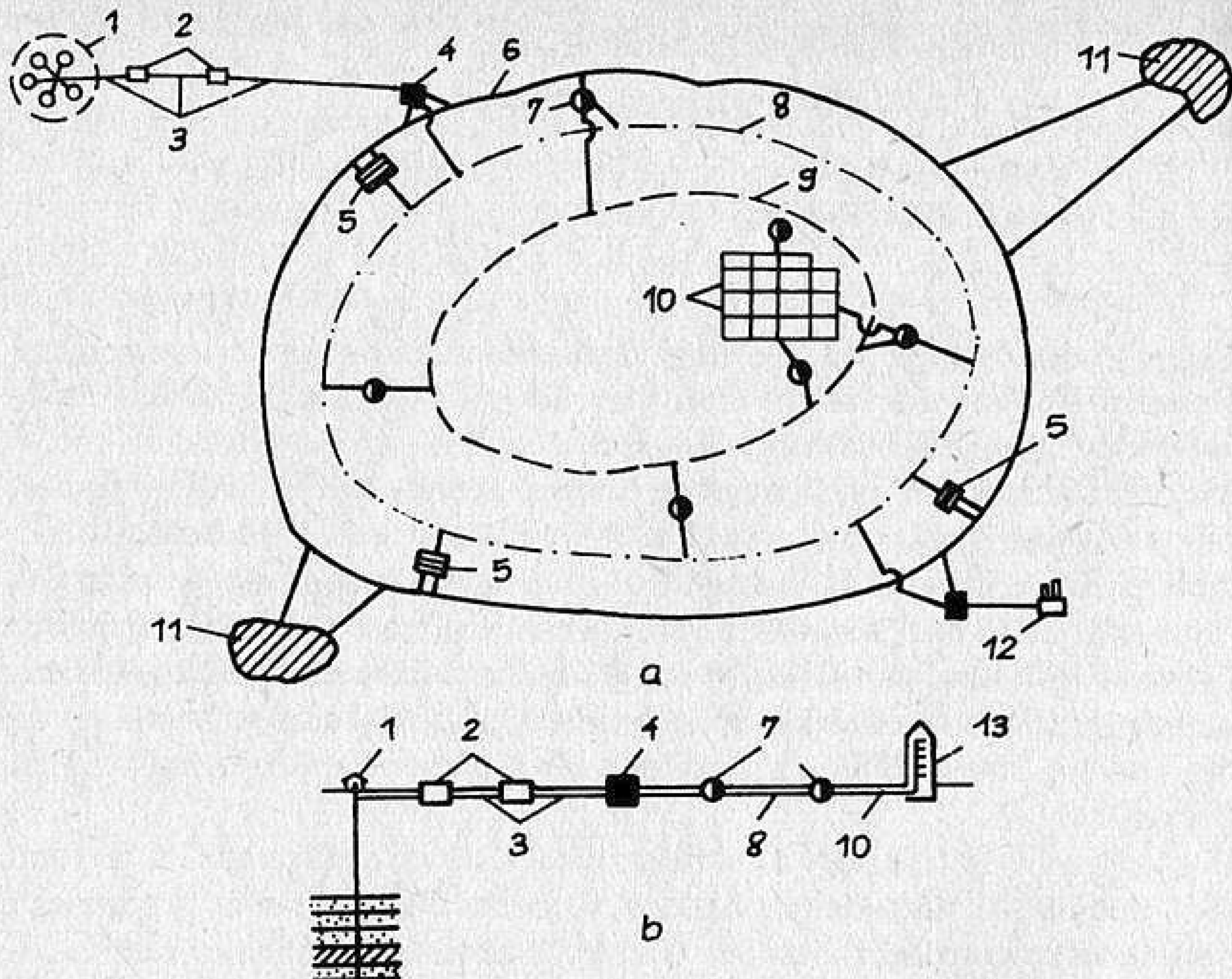


Bild 40: Prinzipschema der Gasversorgung einer Stadt
a – Schema der Gasversorgung; b – Schema des Gastransportes von der Quelle zum Verbraucher
1 – Gasbohrlöcher in der natürlichen Lagerstätte; 2 – Verdichterstationen; 3 – Hochdruckferngasleitung bis 7,5 MPa; 3 – Gasverteilungsstation; 5 – Gasometer; 6 – Ring der Hochdruckgasleitung 1,2 MPa; 7 – Gasdruckreglerstation; 8 – Ring der Mitteldruckgasleitung 0,6 MPa; 9 – Ring der Mitteldruckgasleitung 0,3 MPa; 10 – Niederdruckgasnetze; 11 – Untergrundgasspeicher; 12 – Gaswerk; 13 – Wohnhaus

richtungen und den Gebäudegasanlagen. Das Prinzipschema der Gasversorgung einer Stadt ist auf Bild 40 gezeigt.
Gasquellen sind in der Regel Erdgaslagerstätten und in Einzelfällen Gaswerke.
Industriegase werden im Ergebnis der thermischen Verarbeitung von Kohle, Schiefer, Torf, Masut, Erdöl und anderen festen und flüssigen Brennstoffen gewonnen. Es werden auch Restgase genutzt, die bei metallurgischen und anderen Produktionsprozessen anfallen (z. B. Gichtgas und Kupolofengas).
Von den Erdgasquellen wird das Gas in die Gasversorgungssysteme der Städte über Ferngasleitungen aus Stahlrohren, manchmal auch Asbestzementrohren, mit großem Durchmesser unter hohem Druck (bis 7,5 MPa) eingespeist. Der Druck wird von Verdichterstationen erzeugt, die in bestimmten Abständen angeordnet sind. Gas kann über Hunderte und sogar Tausende von Kilometern von den Lagerstätten zu den Städten und Industriebetrieben transportiert werden.

Der Druck des in die städtischen Gasnetze eingespeisten Gases wird in den Gasverteilungsstationen auf 300 bis 1200 kPa verringert. Sie sind die Endanlagen der Ferngasleitungen.
Das wichtigste Element des Systems sind die Gasleitungen. Sie werden nach der Zweckbestimmung und dem Druck unterschieden.
Nach der Zweckbestimmung werden die Gasleitungen unterteilt in:
- Ferngasleitungen, die das Gas von der Förderstätte zu den Städten und Industriegroßverbrauchern transportieren;
- Stadtleitungen, die den Transport und die Verteilung innerhalb der Stadt gewährleisten; das können Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruckgasleitungen sein;
- Industrieleitungen.

Die städtischen Gasleitungen bestehen ihrerseits aus den Verteilungs- bzw. Straßenleitungen, die der Zuführung des Gases zu bestimmten Punkten der Stadt dienen, und den Verbraucherleitungen. Die Verbraucherleitungen sind an das Verteilungsnetz angeschlossen und führen das Gas direkt dem Verbraucher zu. Meistens steht das Gas darin unter einem niedrigen Druck.
Industriegasleitungen bestehen aus den Zuführungen vom Verteilungsnetz (einschließlich der Einführungen) und den Gasleitungen zwischen den Werksgebäuden sowie innerhalb der Gebäude.
Abhängig vom maximalen Betriebsdruck des Gases werden unterschieden:

– Hochdruckgasleitungen	600 bis 1200 kPa;
– Hochdruckgasleitungen	300 bis 600 kPa;
– Mitteldruckgasleitungen	5 bis 300 kPa;
– Niederdruckgasleitungen	
für Industriegas	bis 2 kPa;
für Erdgas	3 kPa;
für Flüssiggas	3,6 bis 4,0 kPa.

Die Hochdruckgasleitungen befördern das Gas über die Gasdruckreglerstationen zu den Hochdruck- und Mitteldruckgasleitungen sowie zu den Gasometern und Industriegroßverbrauchern.
Die Mitteldruckgasleitungen speisen über Gasdruckreglerstationen und -anlagen das Niederdruckverteilungsnetz sowie Industrie- und kommunale Dienstleistungsbetriebe.
Die Niederdruckgasleitungen versorgen die Kleinverbraucher, Wohnhäuser und kleinere kommunale Dienstleistungsbetriebe. Zu den Kleinverbrauchern gelangt das Gas unter niedrigem, zu den Industrieverbrauchern unter mittlerem oder hohem Druck.
Für die Übernahme des Gases aus den Ferngasleitungen (Hauptversorgungsleitungen), seine Aufbereitung (Reinigung von mechanischen Verunreinigungen, Nitrierung), Mengenmessung, Druckminderung und Einspeisung in das städtische Verteilungsnetz dienen die Gasverteilungsstationen.
Die weitere Druckminderung und Aufrechterhaltung des Druckes auf einem vorgegebenen Wert erfolgen in den Gasdruckreglerstationen.
Zur Gewährleistung der Gaseinspeisung in das städtische Gasnetz im

Verlaufe eines Tages unter Berücksichtigung des diskontinuierlichen Verbrauches gibt es Gasometer, spezielle Gasspeicher. In den Gasometern wird das Gas in der Zeit seines geringsten Verbrauches (nachts) gespeichert und in der Periode des größten Verbrauches (morgens, abends) abgegeben. Neue Gasometer werden heute wegen ihrer hohen Kosten nicht mehr gebaut.

Infolge der riesigen Maßstäbe der Erweiterung des Gasversorgungssystems des Landes und der Abgelegenheit der Rohstoffbasis von den Hauptverbrauchern erlangt das System von leistungsfähigen Untergrundspeichern eine sehr große Bedeutung. Sie werden benötigt, um den jahreszeitlichen diskontinuierlichen Verbrauch des Gases auszugleichen sowie die Staatsreserven des «blauen Brennstoffes» zu lagern. Als Untergrundspeicher können poröse Gesteinsschichten, kuppelförmige Hohlräume oder erschöpfte Gas- und Erdöllagerstätten genutzt werden.

Zur Vermeidung des Abströmens des Gases muß die Decke über der Gesteinsschicht bzw. der Kuppel dicht sein (z. B. plastische Tone, dichte Kalksteine). Nach unten und den Seiten wird der Speicher gewöhnlich

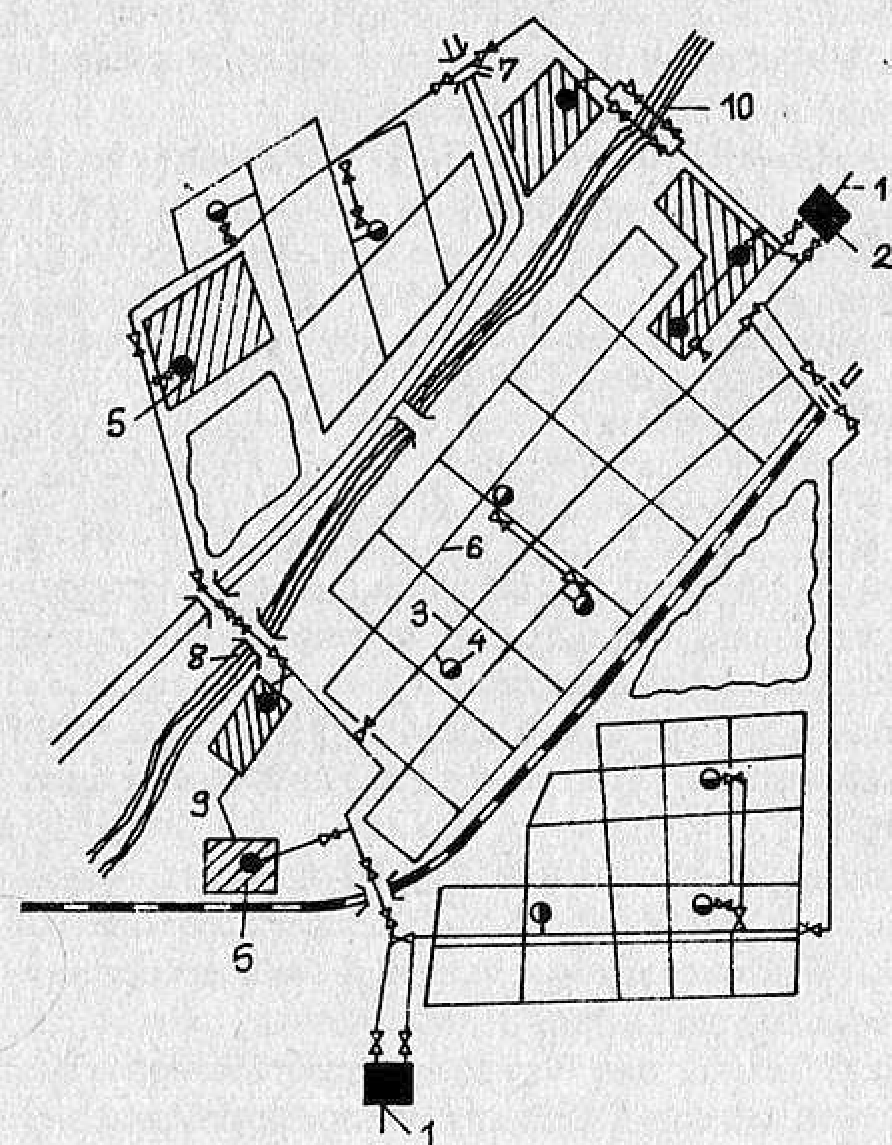


Bild 41: Zweistufiges Gasversorgungssystem
1 – Ferngasleitungen; 2 – Gasverteilungsstation; 3 – Mittel- oder Hochdruckgasleitung (bis 0,6 MPa); 4 – Netzdruckreglerstation; 5 – Objektdruckreglerstation; 6 – Niederdrucknetz; 7 – Rohrleitungsbrücke über eine Straße; 8 – Düker; 9 – Industriebetrieb; 10 – Überführung einer Hochdruckgasleitung über einen Fluß in zwei Strängen

vom Grundwasser abgeschlossen. In diese Speicher wird manchmal in eine Tiefe von mehreren Kilometern in der Zeit des minimalen Verbrauches (im Sommer) der Überschuß des zugeführten Gases unter hohem Druck (bis 11 MPa) gepumpt. In der Zeit des maximalen Verbrauches (im Winter) wird es verbraucht.
Damit erhöhen Gasuntergrundspeicher erheblich die Standhaftigkeit der Gasversorgung der Volkswirtschaft. Gegenwärtig werden die Ressourcen der Untergrundspeicher als eiserne Staatsreserve betrachtet, die bei maximalen Belastungen und nur zur Deckung des kommunalen und hauswirtschaftlichen Bedarfs genutzt wird. In Anbetracht der großen Ausdehnung der Ferngasleitungen können die Gasvorräte in den Untergrundspeichern als Reserve für den Fall angesehen werden, daß seine Zufuhr unterbunden wird.
Je nach der Größe der Stadt sowie den Ausmaßen und dem Charakter des Gasverbrauches werden ein-, zwei-, drei- oder mehrstufige Systeme der Gasverteilung angewandt. In kleineren Städten und Ortschaften ist meistens ein einstufiges System anzutreffen, in dem das Gas den Verbrauchern über Gasleitungen mit nur einem Druck, in der Regel Niederdruck, zugeführt wird. In Großstädten wird ein mehrstufiges System angewandt (Bild 41).
Die innerstädtischen Netze sind nach Verästelungs-, Ring- und gemischten Gasverteilungssystemen angelegt. Die Ringverteilungssysteme stellen eine kreisförmig geschlossene Gasleitung dar. Sie sind teurer als Verästelungssysteme (teleskopische Schemen), gewährleisten aber ein gleichmäßigeres Gasdruckregime, sind einfacher in der Nutzung und sicherer im Falle von Havarien.
Mittlere Städte und Großstädte besitzen meistens ein gemischtes System, das Gasringleitungen in den wichtigsten Stadtbezirken mit Verästelungsleitungen in den Stadtbezirken mit geringerem Gasverbrauch verbindet (Bild 42).
Gasleitungen werden aus Stahlrohren unterschiedlicher Durchmesser, deren Verbindungen geschweißt sind, verlegt. Die Nennweite der größten Ferngasleitungen erreicht 2520 mm. Gasleitungen aus gußeisernen Rohren mit Muffenverbindungen in Blei sind nur in kleineren Abschnitten alter Netze in einigen Großstädten erhaltengeblieben. Die geltenden Technischen Standards lassen den Einsatz von gußeisernen Rohren nicht zu.
Große Verbreitung finden Gasleitungen aus Plasterohren. Ihr grundlegender Vorzug ist die große Korrosionsbeständigkeit gegenüber aggressiven Böden und Grundwasser, Irrströmen und schädlichen Beimengungen des zu transportierenden Gases. Für diese Rohre ist keine Isolation wie für Stahlrohre erforderlich, ihre Verbindung ist einfacher, die Masse geringer. Diese Vorzüge der Plasterohre werden bei Instandsetzungsarbeiten zu spüren sein. Am perspektivreichsten sind Vinidur- und Polyethylenrohre. Es werden auch Asbestzementrohre eingesetzt. Sie besitzen jedoch eine höhere Gasdurchlässigkeit und Sprödigkeit, wodurch ihre breite Anwendung eingeschränkt ist.
Bei der Errichtung von Abzweigen und Rohrbögen an Gasleitungen aus

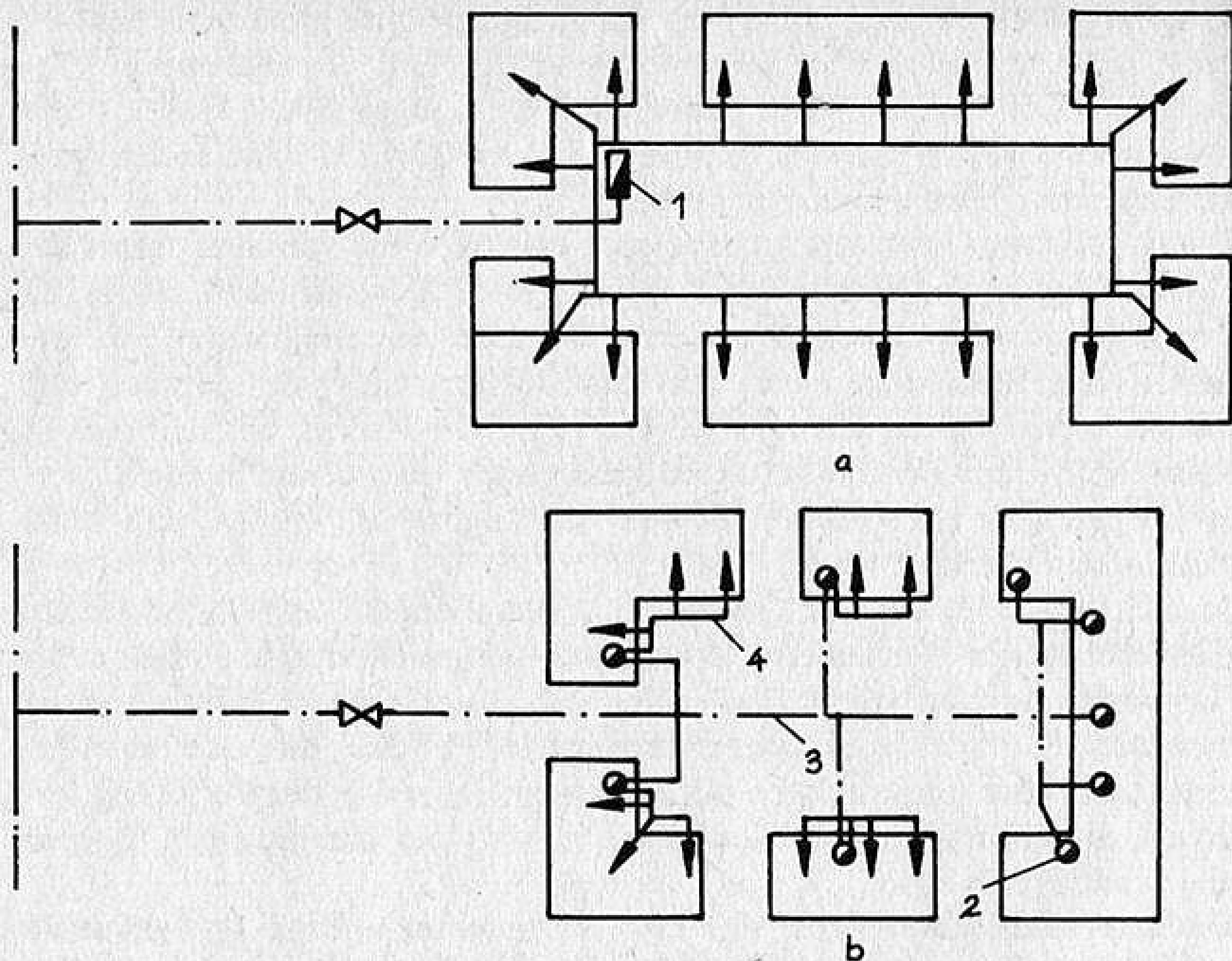


Bild 42: Schema der Gasversorgung von Wohngebieten
a – Wohngebiete mit mehrgeschossiger Bebauung; b – Wohngebiete mit gemischter Bebauung
1 – Schrankdruckregleranlage; 2 – Hausdruckregler; 3 – Mitteldruckgasleitung; 4 – Niederdruckgasleitung

Stahl sowie bei einer Veränderung der Durchmesser werden Fittings verwendet. Flanschverbindungen sind nur an den Verbindungsstellen der Schieber und anderer Armaturen zulässig. Alle Gasleitungen werden in einer Tiefe von mindestens 0,6 m bis zur Rohroberkante verlegt. Die Verlegetiefe unter Straßen, Straßenbahngleisen und Eisenbahnanschlußgleisen von Industriebetrieben beträgt mindestens 1 m bis zur Oberkante des Schutzrohres. In diesem Falle scheidet getrocknetes Naturgas beim Durchfrieren der Rohre kein Kondensat ab. Wenn jedoch aus irgendwelchen Gründen nichtgetrocknetes Gas eingespeist wird, muß die Verlegetiefe so gewählt werden, daß die Gasleitungen frostfrei verlegt sind (1,7 m für Gebiete der mittleren Klimazone).
Zum Abschalten einzelner Abschnitte der Hoch- und Mitteldruckgasleitungen dienen Absperrschieber (Bild 43). In Niederdruckgashauptleitungen werden in der Regel keine Absperrschieber installiert, ausgenommen die Zuleitungen zu Brücken, Dükern und Kreuzungen mit Eisenbahnstrecken und Straßen, in denen die Installation von Absperrvorrichtungen obligatorisch ist.
Zum Abschalten von Verbrauchern sind an den Einführungen Absperrschieber bzw. -hähne installiert. Nach den früher geltenden Bestimmungen war es zulässig, die Absperrschieber an den Einführungen in spe-

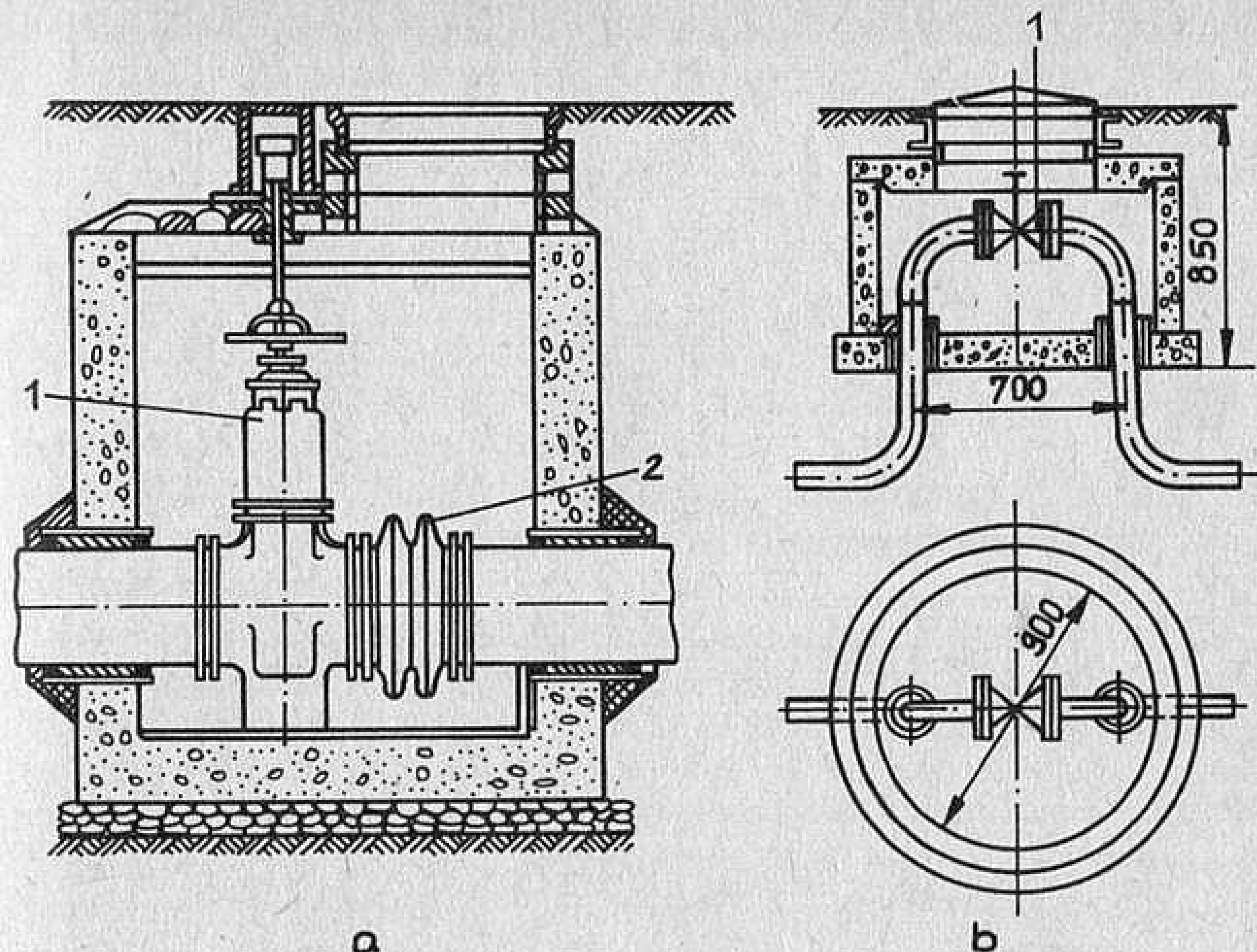


Bild 43: Arten der Kontrollschächte an unterirdischen Gasleitungen
a – tiefer Kontrollschacht mit gußeisernem Absperrschieber und Dehnungsausgleicher; b – flacher Kontrollschacht mit Absperrhahn
1 – Absperrschieber; 2 – Dehnungsausgleicher

ziellen Schutzgehäusen, die von oben mit Deckeln verschlossen wurden, zu montieren. Diese Konstruktion ermöglichte es, die Absperrschieber von der Erdoberfläche aus zu öffnen und zu schließen, erschwerte aber die Instandsetzung und das Auswechseln. Deshalb werden heute alle Absperrschieber der unterirdischen Gasleitungen in Kontrollschächten untergebracht (s. Bild 43).
Um eine Beschädigung der Schieber zu verhüten sowie die Montage und das Auswechseln der Schieber während des Betriebes zu erleichtern, werden in Strömungsrichtung des Gases hinter den Absperrschiebern Dehnungsausgleicher eingesetzt.
Das Sammeln und Entfernen des Kondenswassers, das sich bei der Abkühlung der im Gas enthaltenen Wasserdämpfe trotzdem in kleinen Mengen bildet, erfolgt über Kondenswasserabscheider (Kondenstöpfe), die an den Stellen eingesetzt werden, wo sich das Gefälle der Rohrleitungsabschnitte ändert (an den untersten Punkten der Gasleitung). Zur Überwachung der Dichtheit von Gasleitungen werden Kontrollrohre installiert. Ihre Lage wird durch Mauerschilder oder mit speziellen Zeichen gekennzeichnet.
Wenn Gasleitungen Flüsse und Kanäle kreuzen, werden Düker oder Rohrbrücken errichtet. Im letzteren Falle darf die Gasleitung nicht im Brückenkanal verlegt werden. Eine Überführung auf Eisenbahnbrücken ist nicht zulässig. Unter Eisenbahnstrecken und Straßen werden Gas-

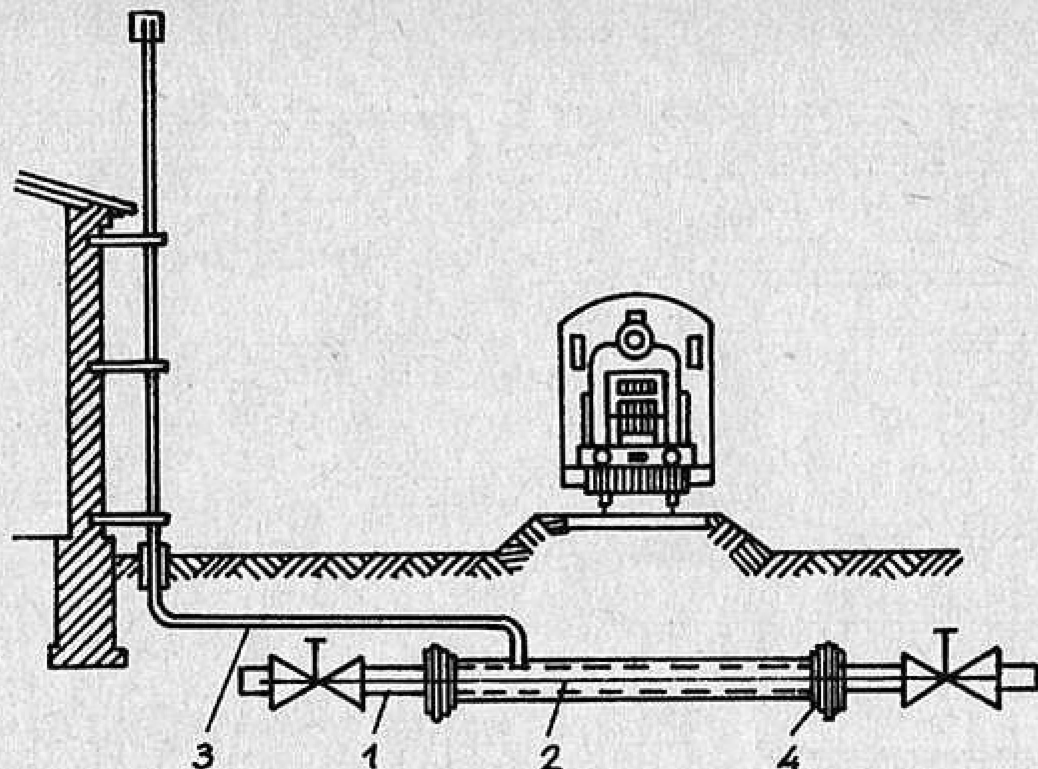


Bild 44: Kreuzung von Eisenbahn- und Straßenbahngleisen durch eine Gasleitung
1 – Gasleitung; 2 – Schutzrohr; 3 – Abzug; 4 –Dichtbuchse

leitungen in Schutzrohren aus Stahl (Bild 44) verlegt. Hochdruckgasleitungen (über 600 kPa) kreuzen Flüsse über selbständige Trassen, in der Regel in zwei Strängen, von denen jeder eine Durchlaßfähigkeit von 75% des der Planung zugrunde liegenden Gasverbrauchs besitzt.

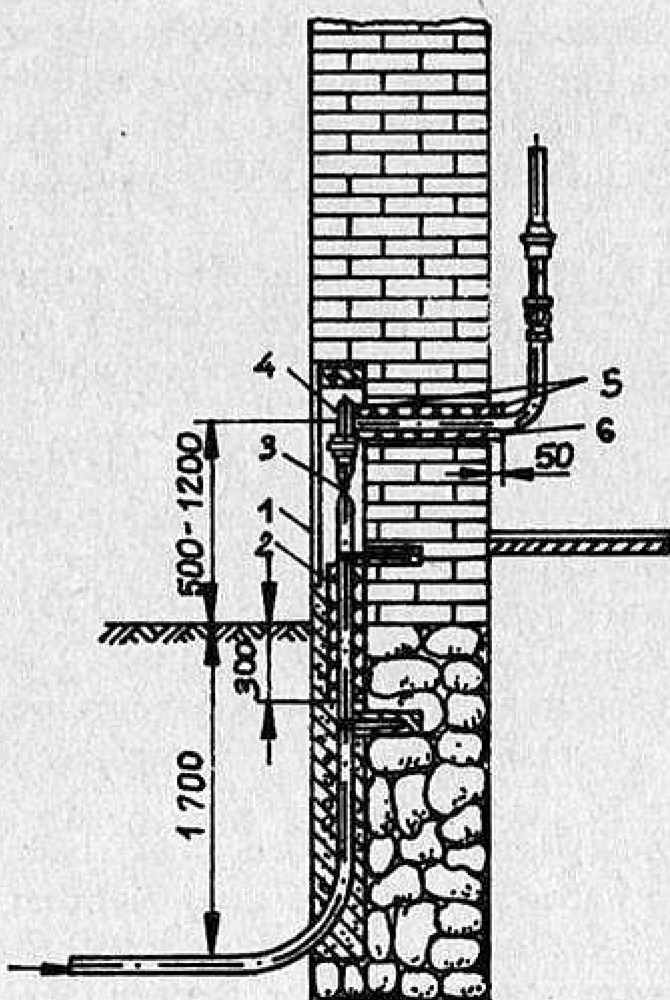


Bild 45:
Einführung der Gasleitung in ein Gebäude
1 – Klappe; 2 – Schutzrohr; 3 – Muffe; 4 – T-Stück; 5 – Dichtmasse; 6 – Abdichtung mit Werg

Die Einführung einer Gasleitung in Wohn-, Gesellschafts- und andere Bauten, die vom Niederdrucknetz versorgt werden, wird so ausgeführt, wie das auf Bild 45 gezeigt ist.

4.2. Gasversorgung von Betrieben

Einen großen Teil des geförderten Erdgases verbrauchen Betriebe und Kraftwerke als effektiven Brennstoff sowie Chemiebetriebe für die Herstellung verschiedener Erzeugnisse.
In Betrieben wird das Gas für die Erzeugung von Dampf und Warmwasser und für technologische Zwecke sowie in Industrieanlagen als technologischer Brennstoff genutzt.
In den Städten werden in erster Linie Großküchen, Bäckereien und die Nahrungsgüterindustrie auf Gas umgestellt. Zur Reinhaltung der Luft werden auch die Heizkraftwerke und andere Betriebe mit großem Brennstoffverbrauch, die sich in dichtbesiedelten Gebieten der Städte befinden, von festem Brennstoff auf Gas umgestellt.
Umfangreich gelangt das Gas in der metallurgischen Industrie in den Hoch- und Siemens-Martin-Öfen, in der Buntmetallurgie in den Kupol-, Brenn- und Trockenöfen, im Maschinenbau in den Glühöfen der Schmieden und den Kupolöfen sowie in der Baustoffindustrie in Ziegeleien, Zement-, Glas- und anderen Werken zum Einsatz.
Industriebetriebe nutzen vor allem eigene Gasquellen, meistens Gicht-, Kokerei- oder Generatorgas. Ist kein eigenes oder nicht genügend Gas vorhanden, können sie auf Gas aus den Ferngasleitungen zurückgreifen. Gewöhnlich handelt es sich um Erdgas, seltener um anfallendes Naphtagas. So werden einzelnstehende und besonders große, z. B. metallurgi-

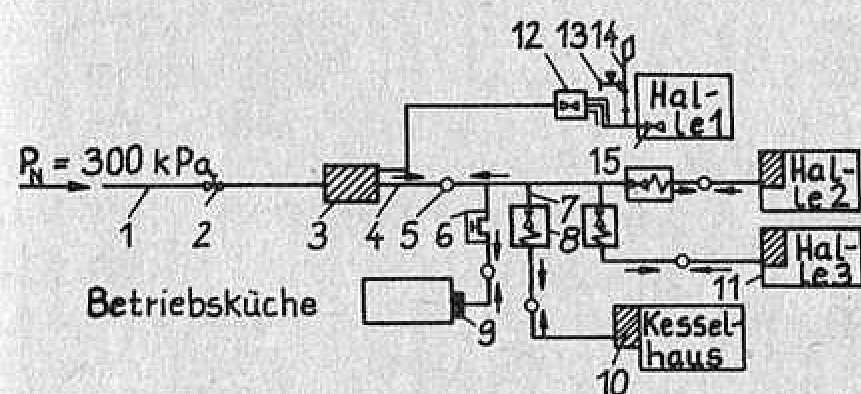


Bild 46: Schema einer innerbetrieblichen Gasleitung
1 – innerbetriebliche Hochdruckgasleitung; 2 –Absperrvorrichtung mit Elektroantrieb; 3 – zentrale Druckreglerstation; 4 – innerbetriebliche Mitteldruckgasleitung; 5 – Kondensatsammler; 6 – Absperrvorrichtung in einem flachen Kontrollschacht; 7 – Abzweigung der Gasleitung zur Werkhalle; 8 – Absperrvorrichtung in einem Kontrollschacht; 9 – Druckreglerschrank; 10 – Werkhallengasverteilungsanlagen für Endmitteldruck; 11 – Werkhallengasverteilungsanlagen für Endniederdruck; 12 – Absperrvorrichtung in einem Kontrollschacht; 13 – Stutzen mit Hahn und Verschlußschraube für die Probenentnahme; 14 – Abblasleitung; 15 – Absperrvorrichtung an der Einführung der Gasleitung in die Werkhalle

sche Werke versorgt. Die meisten der in Städten gelegenen Industrieverbraucher beziehen dagegen das Gas aus den städtischen Gasversorgungssystemen.

Die Versorgung von Betrieben wird meistens aus einem Ringleitungshoch- und -mitteldruckverteilungsnetz (s. Bild 40) sichergestellt. Großbetriebe beziehen das Gas über zwei Einführungen aus verschiedenen Hauptversorgungsleitungen. Diese Einführungen werden auf dem Territorium des Objekts miteinander verbunden.

An der Einführung der Gasleitung, meistens auf städtischem Territorium (zur einfacheren Wartung durch die Organe des Gasversorgungsdienstes), befindet sich eine Absperrvorrichtung (Absperrschieber mit Linsenausgleicher bzw. Absperrhahn). Alle Einführungen in Gebäude (Werkhallen) sind gleichfalls mit Absperrvorrichtungen versehen (Bild 46). Die Gasleitungen im Betriebsterritorium können sowohl unterirdisch als auch oberirdisch verlegt sein.

Die Lagepläne der innerbetrieblichen Gasleitungen hängen vom Charakter des Gasverbrauches der einzelnen Objekte und Werkhallen ab und unterscheiden sich voneinander hauptsächlich durch die Anzahl, die Lage und die Typen der Druckreglerstationen (Bild 47). Die Druckreglerstationen können auch in Räumen der Werkhallen untergebracht werden.

In kleineren Betrieben, die aus dem Niederdrucknetz gespeist werden, entfällt die Errichtung einer Druckreglerstation. Es ist lediglich ein Gasverbrauchsmeßpunkt erforderlich.

Bei der Versorgung eines Betriebes aus städtischen Mitteldrucknetzen können eine zentrale Druckreglerstation, die den Gasdruck auf den im größeren Teil der Werkhallen erforderlichen Wert reduziert, und Gas-

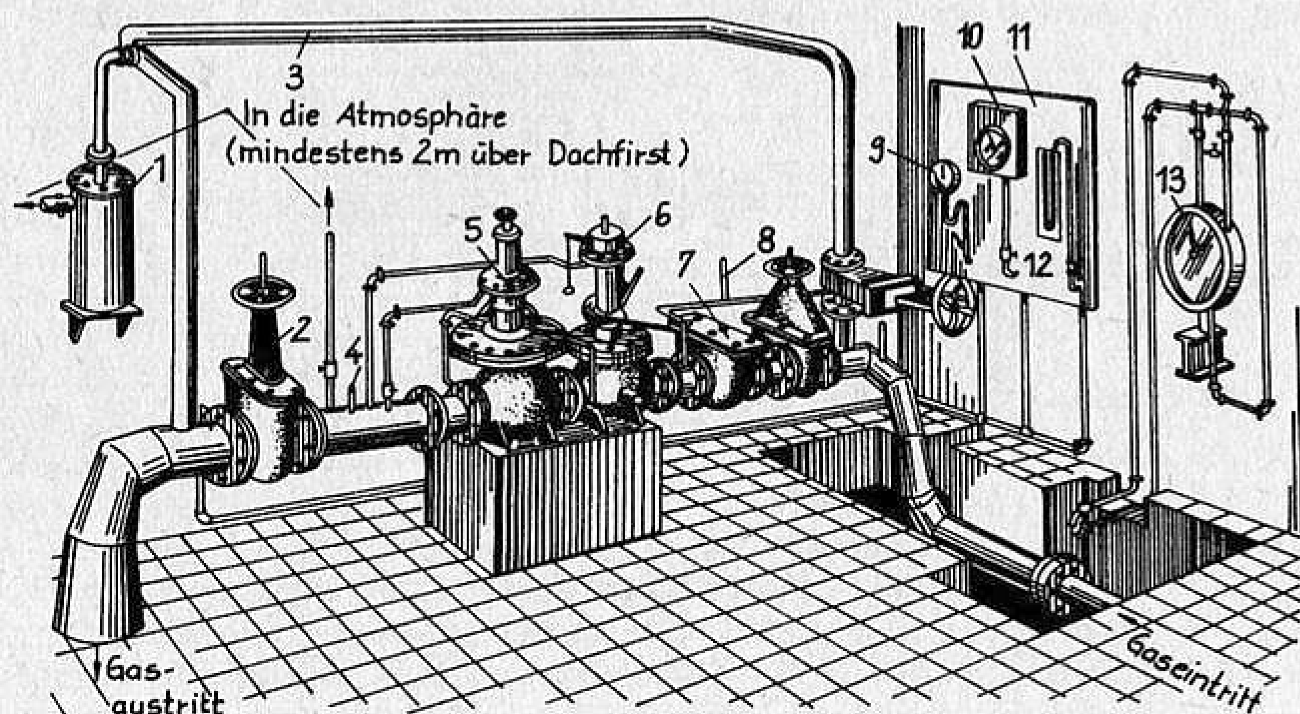


Bild 47: Ausrüstung einer Gasdruckreglerstation
1 – hydraulischer Verschluß; 2 – Absperrschieber; 3 – Bypass (Umgehungsleitung); 4 – Manometerstutzen; 5 – Druckregler; 6 – Schließventil; 7 – Filter; 8 – Thermometer; 9 – Federmanometer; 10 – Registriermanometer; 11 – Manometertafel; 12 – Flüssigkeitsmanometer; 13 Differentialmanometer

verteilungsanlagen in den Werkhallen, in denen ein anderer Druck benötigt wird, errichtet werden.
Bei einer großen Vielfalt der erforderlichen Drücke kann die Gasleitung in jede Werkhalle eingeführt und dort eine Gasverteilungsanlage installiert werden. In diesem Falle wird die innerbetriebliche Gasleitung unter dem gleichen Druck stehen wie das städtische Verteilungsnetz.
Die Gasleitungen in den Werkhallen leiten das Gas von den Einführungen zu den Aggregaten. Meistens werden sie als Endleitungen ausgeführt (Bild 48).

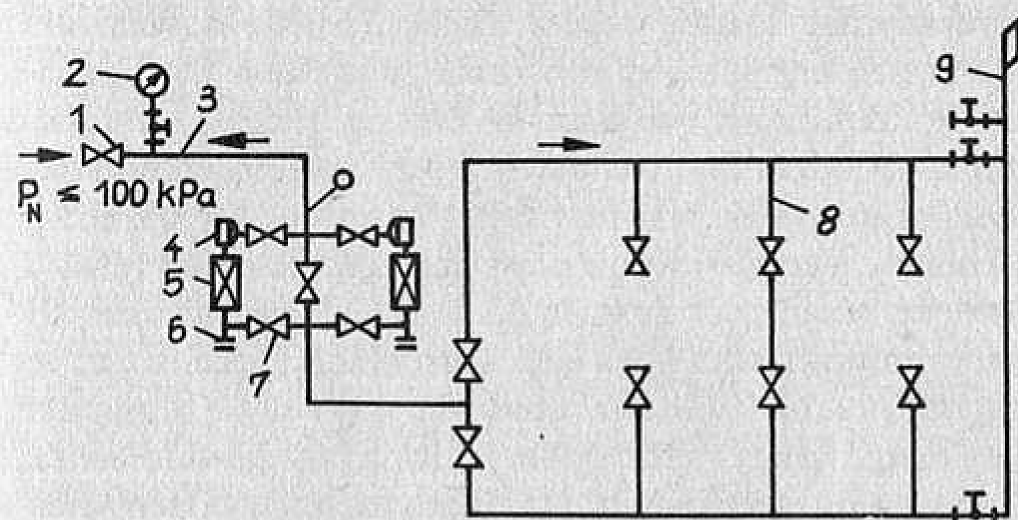


Bild 48: Schema der Werkhallengasleitung
1 – Absperrvorrichtung an der Einführung der Gasleitung in die Werkhalle; 2 – Manometer; 3 – Werkhallengasleitung; 4 – Druckregler; 5 – Gaszähler; 6 – Absperrvorrichtung; 7 – Absperrschieber; 8 – Abzweigung der Gasleitung zum Aggregat; 9 – Abblasrohrleitung

4.3. Standhaftigkeit der Gasversorgungssysteme

Werden Gasnetze und -anlagen zerstört oder beschädigt, können in einem Wirkungsherd durch die Entzündung des Gases zusätzliche Brandherde entstehen. Beim Austritt des Gases aus den beschädigten Rohren und Anlagen der Gasnetze kann das Gas in einzelne Räume, Keller, Kollektoren usw. eindringen, die Gefahr von Explosionen heraufbeschwören und die Rettungs- und Bergungsarbeiten erschweren.
Eine Reihe von Maßnahmen kann die Betriebssicherheit des Gasversorgungssystems unter komplizierten Bedingungen erhöhen und die Lage für die Instandsetzungsarbeiten an den Gasnetzen und -anlagen verbessern.
Am verwundbarsten sind die Gebäude der Gasverteilungsstationen und -punkte. Das sind immer oberirdische Gebäude.
Um die Folgen einer Gasexplosion in diesen Gebäuden zu mindern, werden die Fenster, Türen und Lüftungsklappen nach außen öffnend eingesetzt, damit den auftretenden Gasen der Austritt ermöglicht wird. In die Dächer werden leichte Platten eingesetzt, eine große Fläche wird verglast.
Für den Fall einer Zerstörung dieser Anlagen, besonders jener, die

wichtige Industriebetriebe versorgen, können unterirdische Umgehungsleitungen (Bypasse) und die Installation von Absperrvorrichtungen vorgesehen werden.
Zur Gewährleistung des ununterbrochenen Betriebes der Gasversorgungssysteme von Städten mit Ferngasleitungen großer Ausdehnung ist auch das frühzeitige Anlegen von Reserven an anderen Brennstoffen (Kohle, Masut) für besonders wichtige Betriebe eine notwendige Maßnahme.
Die Gasversorgungssysteme von Großstädten mit entwickelter Industrie können das Gas von mehreren Quellen erhalten. Das erhöht die Zuverlässigkeit der Gasversorgung. Häufig werden kleinere Städte und einzelnstehende Objekte über Abzweigungen von vorbeiführenden Ferngasleitungen bzw. über Stichleitungen versorgt. In diesem Fall ist es erforderlich, die Fragen hinsichtlich der Brennstoffreserven (für den Fall des Ausfalls des Gasversorgungssystems) besonders sorgfältig zu klären.
Die Betriebssicherheit von zu projektierenden und zu rekonstruierenden Gasversorgungssystemen kann durch Anlegen des Verteilungsnetzes als Ringleitung erhöht werden. Dabei muß eine Durchlaßfähigkeitsreserve der Gasringleitung vorgesehen werden, ohne die sich die Zufuhr der erforderlichen Gasmenge zum Verbraucher schwerlich gewährleisten läßt, wenn ein Halbring ausgefallen ist. Das Errichten von Gasringleitungen und die Reservierung der Durchlaßfähigkeit verteuern das System, jedoch ist sowohl das eine als auch das andere notwendig, besonders, wenn eine Unterbrechung der Gaszufuhr zum Betrieb das Verderben einer großen Menge an Rohstoffen bzw. den Ausfall von kostspieliger Ausrüstung (Metallurgie-, Glasbetriebe) verursachen kann.
Die Betriebssicherheit eines Ringsystems hängt ebenfalls von der Anzahl der im Verteilungsnetz installierten Absperrvorrichtungen ab. Je mehr davon eingebaut sind, desto weniger Verbraucher werden bei Havarien abgeschaltet. Absperrvorrichtungen sind jedoch teuer und machen den Betrieb komplizierter.
Abhängig vom Druck in den Gasleitungen werden diese Fragen auf verschiedene Weise gelöst. An Niederdrucknetzen werden fast alle Arten von Havarie- und Instandsetzungsarbeiten unter Druck (ohne Abschalten des beschädigten Abschnitts) ausgeführt. Deshalb kann die Anzahl der Absperrvorrichtungen hier minimal sein. Sie werden am Ausgang der Einspeisepunkte (Druckreglerstationen, Gasverteilungsanlagen), an den Abzweigungen zu den Betrieben und an den Einführungen in die Gebäude eingesetzt.
Die Hoch- und Mitteldruckgasleitungen versorgen eine große Zahl von Verbrauchern. Für die Behebung von Havarien ist hier das Abschalten der beschädigten Abschnitte für eine bestimmte Zeit erforderlich. Deshalb ist hier auch die Installation einer großen Zahl von Absperrvorrichtungen gerechtfertigt. Am zweckmäßigsten ist die Installation von Absperrschiebern im Hauptleitungsring an jeder Abzweigung.
Das rechtzeitige Feststellen von Betriebsstörungen an einzelnen Elementen des Systems und das schnelle Abschalten der beschädigten Abschnitte ermöglichen eine Behebung der Havarie mit geringen Ver-

lusten und innerhalb kurzer Zeit. Dazu trägt auch die Einführung von Fernwirkeinrichtungen und automatischen Vorrichtungen in die Dispatchersteuerung und Bedienung des Gasversorgungssystems bei. Die Fernwirktechnik ermöglicht es nicht nur, die wichtigsten Betriebsparameter der Hauptbaugruppen des Systems zu fixieren, sondern auch die Regler und Schieber mit Elektroantrieb fernzusteuern, d.h., den Druck zu reduzieren bzw. einzelne Abschnitte abzuschalten, ohne daß eine diensthabende Brigade vor Ort fahren muß.
Im Unterschied zum Wasserversorgungssystem, bei dem alle möglichen Maßnahmen eingeleitet werden müssen, um einer betroffenen Stadt die maximale Wassermenge zuzuführen, ist es hier zur Verringerung der Brände notwendig, die Gaszufuhr maximal einzuschränken. Darauf müssen auch die Hauptanstrengungen gerichtet sein.
Der Übergang zu einer minimalen Gaseinspeisung in die Stadt kann durch Abschalten von zweitrangigen Verbrauchern, durch den Verbrauch des Gases aus den Gasometern und durch eine Verringerung des Drucks im Verteilungsnetz erfolgen.
In dieser Periode wird der Gasverbrauch, besonders für hauswirtschaftliche Zwecke, spürbar eingeschränkt werden. Deshalb wird ein Betriebsregime festgelegt, bei dem in die Gasnetze eine minimale Gasmenge unter einem Minimaldruck zur Deckung eines begrenzten Bedarfes der Verbraucher gelangen wird.

4.4. Charakter der Zerstörungen an Gasnetzen und -anlagen

Die im täglichen Betrieb feststellbaren Schäden an den Gasnetzen und Anlagen, die dazu führen, daß Gas an einzelnen Stellen unkontrolliert austritt, entstehen aus verschiedenen Ursachen, beispielsweise infolge der Korrosion von Rohrleitungen, des Undichtwerdens der Verbindungen in Armaturen sowie der Schraub- und Flanschverbindungen der Rohrleitungen, von Rohrbrüchen, Rißbildung usw. Einen besonderen Platz nehmen die Havarien an Gashauptleitungen ein, denn die Havarie einer Gashauptleitung kann einer erheblichen Anzahl von Verbrauchern den Brennstoff entziehen. Darüber hinaus geht eine solche Havarie mit einem Brand einher, und für ihre Behebung und die Wiederherstellung der Gasversorgung ist eine bestimmte Zeit erforderlich.
Die Erfahrungen des vergangenen Krieges und die Betriebspraxis der Gasnetze und -anlagen zeigen, daß sich bei einer Beschädigung einzelner Elemente des Systems das ausströmende Gas leicht entzünden kann und danach intensiv zu brennen beginnt. Das gleiche geschieht auch bei einer Beschädigung von Gasometern. In Nagasaki sind zum Beispiel durch die Kernwaffendetonation die innerhalb der Stadtgrenzen liegenden Gasometer arg in Mitleidenschaft gezogen worden. Das Gas entzündete sich, Explosionen gab es jedoch nicht. Es gab Fälle von Bombenvolltreffern in Gasometer in Berlin, das Gas entzündete sich, aber Explosionen wurden hier ebenfalls nicht beobachtet.
Das ist einfach erklärt. Explosiv ist nicht das Gas selbst, sondern sein

Gemisch mit Luft, und das in einem genau definierten Verhältnis. So explodiert Propan bei einem Gasgehalt in der Luft von 2,3 bis 9,5 %, Butan bei 1,8 bis 8,5 %, Methan bei 5,4 bis 14,9 %. Wenn in der Luft weniger Gas vorhanden ist, als der untere Wert angibt, ist das Gemisch weder brennbar noch explosiv.
Unter der Erde verlegte Gasleitungen mit kleinen Durchmessern sind der Druckwelle gegenüber widerstandsfähig. Am verwundbarsten sind die oberirdischen Anlagen der Gasversorgungssysteme (Verdichter- und Druckreglerstationen, Gasometer u. a.).
Oberirdische Gasleitungen, die häufig auf dem Territorium von Industriebetrieben, darunter auch entlang den Mauern von Gebäuden, verlegt werden, sind weniger widerstandsfähig und können bei erheblich geringeren Drücken (ab 20 kPa und mehr) beschädigt werden.
Unter gewöhnlichen Bedingungen sind, wie die Praxis zeigt, die am meisten verbreiteten Beschädigungen an Gasleitungen Risse der Nähte von Stahlrohren, Brüche der Rohre aus Gußeisen, Schäden an den Köpfen der Kondensatsammler, der Hydraulikverschlüsse und der Kontrollrohre, Undichtheiten an den Schraub-, Flansch- und Stopfbuchsverbindungen u. a. Im Krieg werden die Anzahl derartiger Beschädigungen wachsen und Gasleitungsexplosionen hinzukommen.
Die größte Gefahr in einem Wirkungsherd ist von den Schäden und Rissen der Gasnetze in zerstörten Wohnhäusern und in den an die Gasversorgung angeschlossenen Gebäuden der Industriebetriebe zu erwarten. Das führt unweigerlich zu einer großen Zahl von Entstehungsbränden, zum Eindringen des Gases in Kellerräume und die Hohlräume unter den Trümmern sowie zur Möglichkeit von Explosionen. Das wird die Rettungs-, Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten erschweren.

4.5. Instandsetzungsarbeiten an städtischen Gasnetzen und Methoden ihrer Ausführung

Die Instandsetzungsarbeiten an den städtischen Gasnetzen sind hauptsächlich damit verbunden, das Eindringen von Gas in Schutzräume, Deckungen und andere Räume, in denen sich Menschen befinden können, bzw. in einzelne Abschnitte, an denen die Rettungs- und Bergungsarbeiten geführt werden, zu verhindern und das Gas daraus zu entfernen sowie Entzündungsherde an den Stellen des unkontrollierten Gasaustritts zu beseitigen. Abhängig von der Lage kann sich etwas später oder gleichzeitig mit dem Löschen der Entstehungsbrände die Notwendigkeit ergeben, beschädigte Leitungen teilweise wiederherstellen zu müssen, um den wichtigsten Verbrauchern wieder Gas zu liefern.
Möglich ist das Eindringen von Gas in Schutzräume und Deckungen, die in den Kellergeschossen von Gebäuden liegen. Freistehende Schutzräume und Deckungen können ebenfalls von einem Gaseinbruch betroffen werden, wenn in unmittelbarer Nähe verlegte Gasleitungen zerstört werden.
In Schutzbauwerken dürfen keine Einführungen der Gashauptleitungen

verlegt und Gasleitungsarmaturen installiert werden. In mehrzweckgenutzten Schutzbauwerken werden die Gasnetze in den meisten Fällen in Leitungsgängen verlegt. An den Stellen, wo die Gasleitung den Notausstieg des Schutzraumes kreuzt, werden die Gasleitungsrohre in Schutzrohre aus Metall eingeschlossen.

Die Hauptursache für ein mögliches Auftreten von Gas in Schutzräumen ist die Beschädigung der Gashauseinführung bzw. der durch den Keller des Hauses verlaufenden Leitungen. Gas kann in einen Schutzraum nur dann eindringen, wenn der Schutzraum nicht mehr hermetisch ist und die Filterventilationsanlage, die im Inneren des Raumes einen Überdruck erzeugt, nicht funktioniert.

Aus einer beschädigten Gasleitung kriecht das Gas durch das Erdreich, steigt bis zur festen Decke von Straßen und Plätzen (Asphalt, Beton) und im Winter bis zur gefrorenen Schicht auf und breitet sich durch vorhandene Hohlräume und in Sandschichten manchmal über große Entfernungen aus. Die Praxis beweist, daß sich das Gas aus Hoch- und Mitteldruckgasleitungen im Boden mit einer Geschwindigkeit bis zu 6 m/h ausbreitet. Besonders gefährlich ist das Eindringen des Gases in Kollektoren (Fernwärme-, Kabel- und kombinierte Kollektoren), über die das Gas in die Keller von Gebäuden, Schutzräume und Deckungen gelangen kann.

Gas in der Luft läßt sich am einfachsten anhand des Geruches feststellen. Gereinigtes Erdgas jedoch ist geruchlos. Deshalb wird ihm ein als Odoriermittel bezeichneter Stoff zugesetzt, der dem Gas den spezifischen, dem größten Teil der Bevölkerung gut bekannten Geruch verleiht. Infolge der Filtration auf seinem Weg durch das Erdreich verliert das Gas diesen Geruch, wodurch es manchmal unmöglich ist, einen Gaseinbruch in Räume ohne Gasprüfer festzustellen. Ein entzündetes Streichholz, mit dem der gasgefüllte Raum betreten wird, oder der Funke eines elektrischen Schalters können zur Explosion des Gas-Luft-Gemisches führen.

Wie lassen sich nun Stellen des unkontrollierten Gasaustritts an einer unterirdischen Gasleitung feststellen? Zur Kontrolle eines möglichen Ausströmens von Gas an besonders wichtigen und schwer zugänglichen Abschnitten der Gasleitung werden Kontrollrohre eingesetzt. Das reicht jedoch nicht immer für das Auffinden der Ausströmstellen.

Um Leckstellen auffinden zu können, muß ein Plan der Gasleitungstrasse mit allen vorhandenen Anlagen und Vorrichtungen (Netzkontrollschächte, Absperrschieber, Kontrollrohre, Kondensatsammler, Ausdehnungsgefäße u. a.) zur Verfügung stehen. In den Plan müssen alle Verbindungsleitungen und Anlagen der Wasserversorgung, der Kanalisation, des Fernsprechnetzes, Kabelleitungen, Kollektoren sowie Kellerräume innerhalb eines 50-m-Streifens von der Achse der Gasleitung eingezeichnet sein.

Es wird vor allem versucht, Leckstellen anhand äußerer Anzeichen zu bestimmen. Auf einen Gasüberschuß in der Luft und im Boden reagiert die Vegetation schnell, sie wird gelb und verwelkt. Im Winter färbt sich der Schnee an Leckstellen braun. Bei einem stärkeren Gasaustritt aus

Hoch- und Mitteldruckgasleitungen ist das Geräusch des austretenden Gases zu hören.
Es liegen Informationen darüber vor, daß Versuche mit der Ausbildung von Diensthunden, die anhand des Geruches Stellen des unkontrollierten Gasaustrittes bestimmen können, erfolgreich verlaufen sind. Die Hunde spüren Ausströmstellen sogar unter Asphalt in einer Tiefe bis zu 1 m auf.
Wenn die Bestimmung der Ausströmstelle anhand äußerer Anzeichen nicht möglich ist, werden Kontrollbohrungen niedergebracht (Bild 49). Um eine Beschädigung der Gasleitung zu vermeiden, muß die Kontroll-

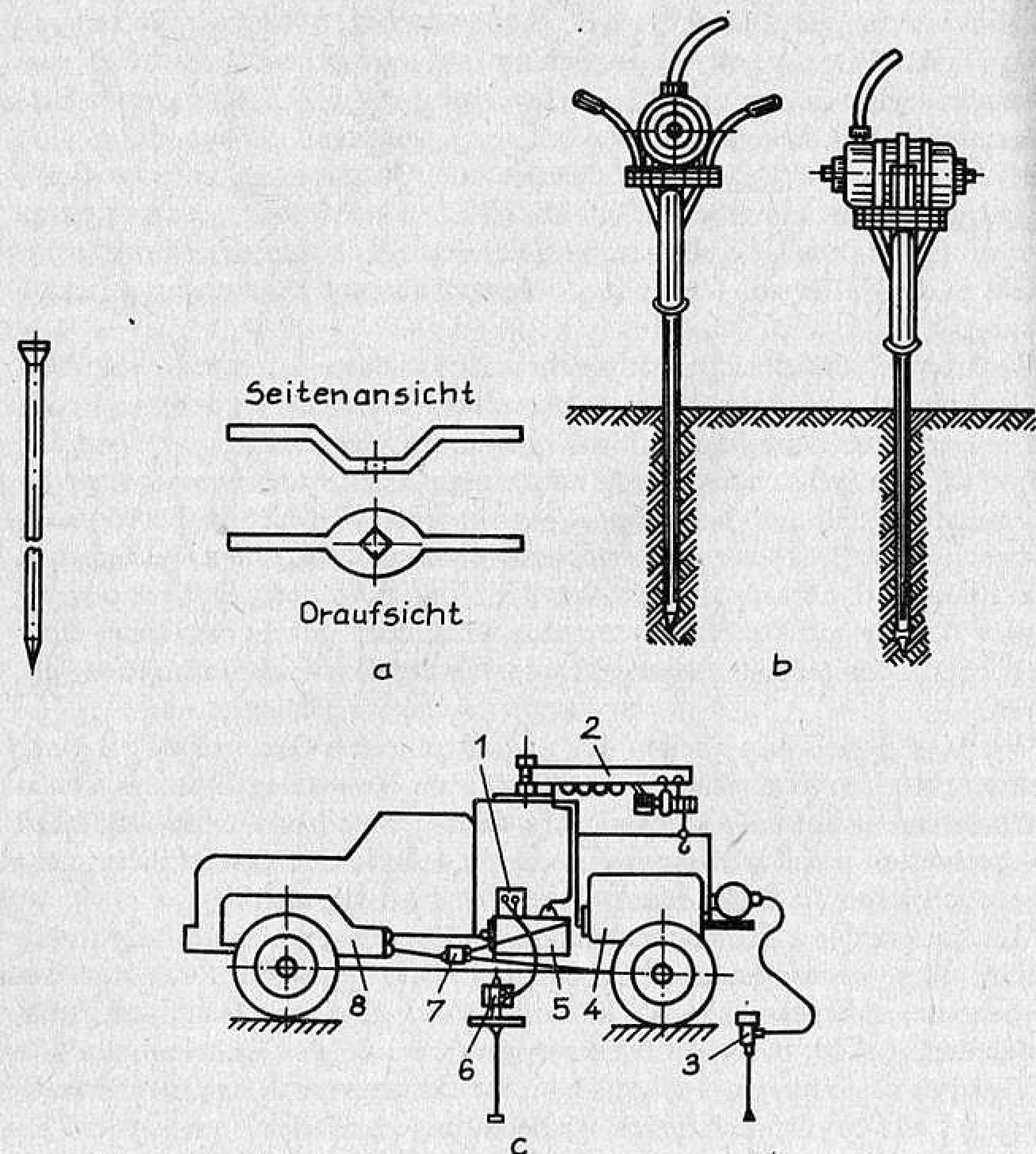
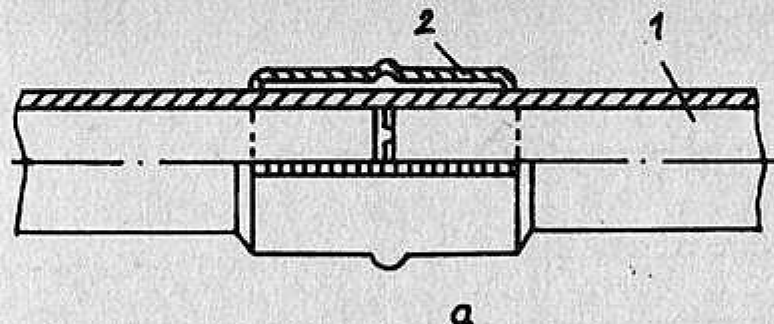


Bild 49: Niederbringen von Kontrollbohrungen
a – manuelles Werkzeug (Keilstange und Windeisen); b – Elektrovibrator; c – Bohrwagen
1 – Transformator; 2 – elektrische Winde; 3 – Druckluftbohrer; 4 – Kompressor; 5 – Elektroaggregat; 6 – Elektrovibrator; 7 – Verteilergetriebe; 8 – Zapfwellengetriebe

bohrung seitlich von der Längsachse der Rohrleitung so versetzt werden, daß sie 15 bis 20 cm neben der Rohrwandung verläuft. Die Kontrollbohrungen werden an den Verbindungsstellen vorgenommen, wenn keine Angaben darüber vorliegen, alle 2 m.
Das Bohren im Erdreich erfolgt mit einem Elektrovibrator. Für das Bohren durch Straßendecken wird ein Spezialaggregat verwendet, das auf einem Kraftfahrzeug montiert ist und aus einem Kompressor, einem Elektroaggregat, einer elektrischen Winde, die an einem beweglichen Ausleger angebracht ist, und einem Elektrovibrator mit Keil besteht. Mit diesen Fahrzeugen werden die Havariebrigaden ausgerüstet. Ist keine Spezialtechnik verfügbar, können die Kontrollbohrungen mit einem Elektrovibrator oder manuell mit einer Keilstange und einem Windeisen niedergebracht werden.
Von den technischen Mitteln zur Feststellung von Gas in der Luft und zur quantitativen Fixierung der Konzentrationspegel können die Gasspürgeräte PGF2M1 verwendet werden, die die Summe von brennbaren Gasen im Gas-Luft-Gemisch anzeigen. So kann mit dem Gasspürgerät PGF2M1-I1A die Konzentration eines brennbaren Gases im Bereich von 0,37 bis 4,2 % bestimmt werden. Neben diesen Geräten werden in den Gasversorgungsbetrieben zur Bestimmung des Vorhandenseins und des Konzentrationspegels von Gas in der Luft Grubeninterferometer eingesetzt. So zeigt das Grubeninterferometer SchI-5 die Anwesenheit von Methan in der Luft bei Konzentrationen bis 0,6 % an. Das Gerät ist zuverlässig in der Nutzung und läßt sich einfach handhaben.
Mit den genannten Geräten und Methoden kann nur die Anwesenheit von brennbaren Gasen in der Luft ohne Unterscheidung ihrer Zusammensetzung bestimmt werden.
Für die Gasanalyse der Luft werden die Gasprüfgeräte UG-2 und GT-2 und die Balgrespiratoren NM-4 eingesetzt. Sie zeigen den Gehalt der Gase bzw. Dämpfe von Erdgas, Kohlenmonoxid, Ammoniak und Erdölerzeugnissen in der Luft an. Die Wirkungsweise der Geräte beruht auf der Farbreaktion eines Indikatorstoffes mit einer bestimmten Gasbeimengung in der Luft. Die für die Analyse erforderliche Zeit beträgt 2 bis 10 min.
Wird Gas in Kontrollschächten (Fernsprech-, Wasserleitungs-, Fernheizungs- und anderen Schächten), Kollektoren, Kellern und in den Erdgeschossen von nichtunterkellerten Gebäuden festgestellt, müssen alle derartigen Anlagen in 50 m Umkreis von der Schadstelle kontrolliert werden.
Wenn Gas in Räumen festgestellt wird, ist vor allem das Gasnetz des Gebäudes mit dem Absperrhahn an der Einführung abzusperren. Das Arbeiten in einem gasgefüllten Raum ist gefährlich, deshalb muß zuvor die Gaskonzentration in der Luft durch natürliche oder künstliche Belüftung verringert werden. Im letzteren Falle ist zu beachten, daß die Ventilatoren mit Saugwirkung arbeiten und daher explosionsgeschützt ausgeführt sein müssen.
Wenn Gas in einen Raum über die Trasse anderer Verbindungsleitungen eindringt, ist das Ausheben eines Trenngrabens eine sichere Methode, das

Eindringen von Gas zu verhüten. Der Trenngraben muß den Gasaustritt in die Atmosphäre gewährleisten.
In vielen Fällen kann sich das aus Schadstellen ausströmende Gas entzünden. Die Ausmaße der Flamme hängen von der Größe der Öffnung und dem Druck ab. Das Löschen einer Flamme an Niederdruckgasleitungen bereitet gewöhnlich keine größeren Schwierigkeiten. Es geschieht durch Abdichten der Gasaustrittsstellen mit Lehm, durch Abdecken der Flamme mit einer nassen Plane oder Filz zur Unterbindung des Luftzutritts und durch Zuschütten mit Erde oder Sand.
Bei mittlerem Druck durchbricht das Gas eine Wasserschicht und kann in der Luft brennen. Deshalb ist eine solche Flamme mit dem Strahl eines inerten Gases, mit dem Druckluftstrahl eines Kompressors oder mit dem Wasserstrahl einer Löschwasserpumpe zu löschen, der dem Strahl des ausströmenden Gases einen ausreichenden Gegendruck entgegensetzt.
Der Druckluftstrahl eines Kompressors mit einem Druck von 400 bis 600 kPa, der mit einem Schlauch oder mehreren Schläuchen auf die Austrittsstelle des Gases gerichtet wird, kann die Flamme bei einem Druck in der Gasleitung bis zu 70 kPa ausblasen.
Bei hohem Druck in der Gasleitung und einer großen Austrittsöffnung wird die Flamme durch Zuschütten der Gasleitung mit Erdreich und dessen nachfolgender Verdichtung oder durch Füllen der Gasleitung mit Wasser gelöscht werden. Dazu ist in den meisten Fällen vorher eine Druckminderung mit Hilfe der Absperrschieber erforderlich. Mit Wasser kann die Gasleitung über die Hydraulikverschlüsse und Kondensatsammler gefüllt werden.
In der Regel erfolgt das Löschen von Flammen an Mittel- und Hochdruckgasleitungen durch die Brandschutzformationen.
Beim Löschen von Bränden in Gebäuden und Anlagen mit Wasser ist zu beachten, daß Wasser elektrischen Strom leitet. Deshalb müssen unter Spannung stehende Anlagen und Ausrüstungen abgeschaltet werden.
Schadstellen an Gasrohren, wie Spalten und Risse, können provisorisch durch Umwickeln des beschädigten Abschnitts mit einem festen Verband (aus Planenstoff) und Überschmieren mit Lehm oder durch Umwickeln mit einer Gummibahn, mit Bleiblech oder mit einer Fiberplatte und durch Aufsetzen von Schellen abgedichtet werden.
In den letzten Jahren haben in die Praxis der Instandsetzung von Niederdruckgasleitungen die Polyvinylchloridklebebänder PIL-200, PIL-300 bzw. PIL-400 Eingang gefunden. Das Klebeband wird zur Hälfte seiner Breite überlappend aufgewickelt und kann darüber mit ein bis zwei Schichten Gummi verstärkt werden. Am effektivsten ist der Einsatz des Klebebandes beim Abdichten von gekrümmten Rohrabschnitten, an denen Metallbandagen oder andere Bandagentypen nicht angewandt werden können.
Undichtheiten an Muffenverbindungen einer Gasleitung aus gußeisernen Rohren werden durch Verstemmen der Stöße mit Teerstrick oder einem anderen Material und anschließendes Vergießen mit Blei behoben. Risse an den Nähten von Gasleitungen aus Stahlrohren werden durch Einschweißen einer Muffe von mindestens 400 mm Länge instand gesetzt.



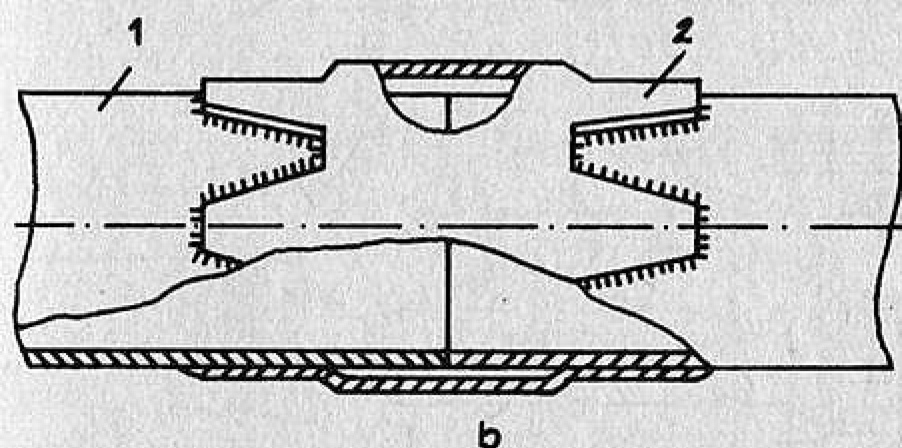


Bild 50: Reparaturmuffen
a – gesickte; b – gefalzte
1 – Gasleitung; 2 – Muffe

Zur Verstärkung von unsicheren Nähten an Hoch- und Mitteldruckgasleitungen können gefalzte oder gesickte Reparaturmuffen angebracht werden (Bild 50).
Gasleitungen aus Plasterohren besitzen einfache Verbindungen, die als Klebenaht (Bild 51) oder als Stumpfnaht durch Kontaktschweißen ausgeführt werden. Dadurch können beschädigte Gasleitungsabschnitte schnell ausgewechselt werden. Die Verbindung von Rohren aus unterschiedlichen Werkstoffen (Stahl- und Plasterohre) ist ebenfalls überaus einfach und kann nach verschiedenen Verfahren ausgeführt werden.
Gußeiserne Rohre werden bei Rissen und Brüchen gegen neue ausgetauscht.
Bei mechanischen Beschädigungen der Gasleitungen mit horizontaler oder vertikaler Lageverschiebung müssen die benachbarten Verbindungsstellen, jeweils eine auf jeder Seite bis zur nächsten unbeschädigten, freigelegt und kontrolliert werden. Beim Trennen einer Gasleitung mit elektrischem Korrosionsschutz kann es infolge von Irrströmen zur Funkenbildung kommen. In solchen Fällen muß für die Zeit der Instandsetzung eine Brücke eingesetzt werden. Die Brücke ist nicht erforderlich, wenn die Arbeiten nach dem Durchblasen der Gasleitung mit Luft ausgeführt werden.
Das Verbinden von Gasleitungen und verschiedene Einschnitte können ohne Absperren des Gases ausgeführt werden. Es gibt mehrere Anschlußverfahren. Am meisten verbreitet sind der Stirn-, der T- und der Teleskopanschluß sowie der Anschluß ohne Druckreduzierung (Bild 52 und 53). Im letzteren Falle erfolgt der Anschluß mit Hilfe spezieller

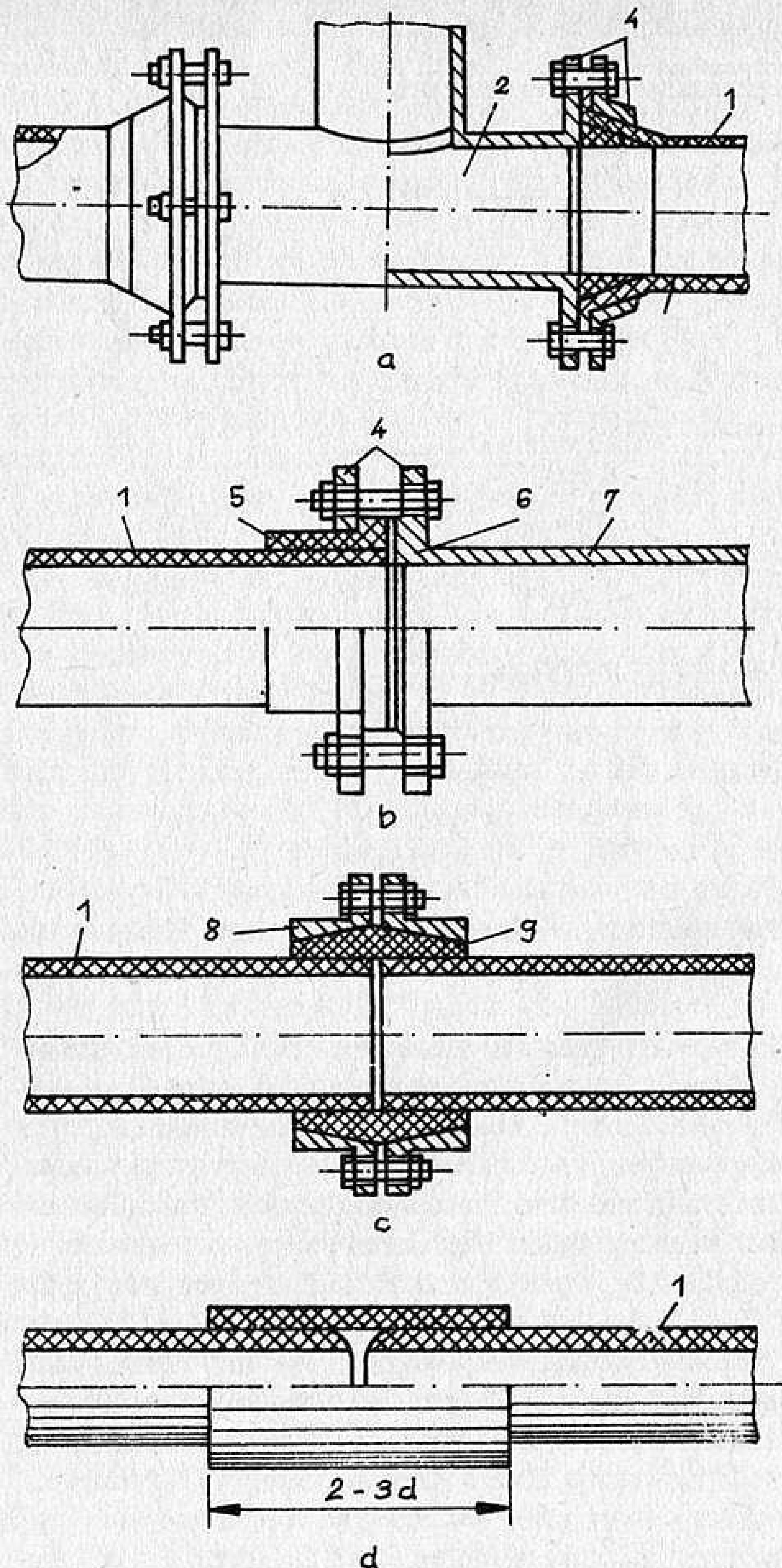


Bild 51: Verbindung von Polyethylen- und Vinidurrohren
a – Polyethylenrohr mit einem Stahlrohr mittels einer Spreizhülse; b – Polyethylenrohr mit einem Stahlrohr mittels einer angeschweißten Polyethylenhülse mit Bund; c – Vinidurrohre mit einer von «Mospodzemprojekt» konstruierten Verbindungsmuffe; d – Muffenverbindung mit Vinylperchloridkleber
1 – Polyethylenrohr; 2 – Stahlzwischenstück; 3 – Spreizhülse; 4 – Flansche; 5 – gegossene Polyethylenhülse; 6 – Dichtung; 7 – Stahlrohr; 8 – Muffe; 9 – Gummikeildichtung

Bild 52: Stirnverbindung von Gasleitungen
a — einfache; b — mit Errichtung einer Bypass-Umgehungsleitung
1 — anzuschließende Gasleitung; 2 — Schweißnähte; 3 — Rohrausschnitt; 4 — Holzscheibe; 5 — Keil; 6 — Verbindungsrohr; 7 — Blindverschluß; 8 — Stutzen; 9 — Bypass-Umgehungsleitung

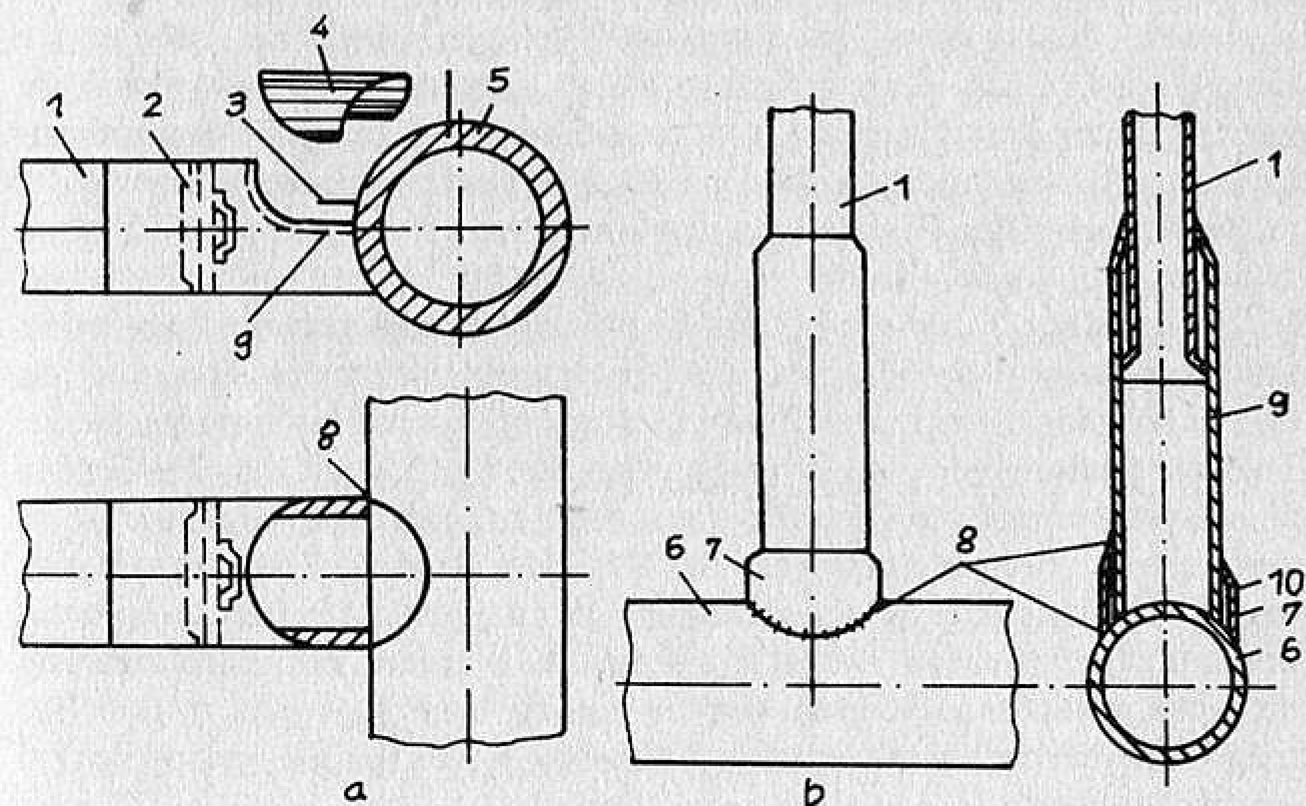


Bild 53: T- und Teleskopverbindung von Gasleitungen
a — T-Verbindung; b — Teleskopverbindung
1 — anzuschließende Gasleitung; 2 — Holzscheibe; 3 — Stab; 4 — Rohrausschnitt; 5 — herauszuschneidende Öffnung; 6 — in Betrieb befindliche Gasleitung; 7 — Verbindungsstutzen; 8 — Schweißnaht; 9 — Muffe; 10 — Asbestpackung

Vorrichtungen ohne Druckreduzierung in den Mittel- und Hochdruckgasleitungen. Beim größeren Teil der übrigen Anschlußvarianten ist eine Reduzierung des Gasdruckes auf 0,4 bis 1 kPa erforderlich.
Für das Reinigen einer Niederdruckgasleitung bei einer Rohrverstopfung wird der Rohrreiniger, eine Scheibe mit einer Drahtbürste und zwei Ringen, oder eine Kugel verwendet. Am Anfang des zu reinigenden Abschnitts werden Öffnungen herausgeschnitten, durch die der Draht eingeschoben wird, mit dem der Rohrreiniger durch die Gasleitung gezogen wird. Der zu reinigende Abschnitt wird mit Holzpfropfen und Ton oder mit Gummiblasen abgesperrt.
Die meisten Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten an Niederdruckgasleitungen können unter Druck vorgenommen werden, d.h., ohne Abschalten der gesamten Strecke. Es wird lediglich der kleine Abschnitt isoliert, an dem die Arbeiten durchgeführt werden. Dazu werden zu beiden Seiten der beschädigten Gasleitung Öffnungen herausgeschnitten, in die mit Ton die in der Ausrüstung vorhandenen Holzblindverschlüsse (Pfropfen) bzw. Gummikugeln (Gummiblasen) oder ein Lehm-Ziegel-Verschluß eingesetzt werden. Nach Abschluß der Arbeiten werden die Blindverschlüsse herausgenommen und die Öffnungen zugeschweißt.

4.6. Spezialformationen, Fahrzeuge und Vorrichtungen für die Instandsetzungsarbeiten

Den Betrieb der Gasnetze in einer Stadt leiten die Verwaltungen oder Abteilungen Gasversorgung der Räte der Städte.
Havarien, die an den Gasnetzen und -anlagen entstehen, behebt der Havariedienst. Die Hauptaufgaben dieses Dienstes im Frieden sind die unverzügliche Lokalisierung und Beseitigung von festgestellten unkontrollierten Gasausbrüchen, die Einleitung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen bei der Feststellung von Gasausbrüchen sowie der Nachweis und die Analyse der Havarien.
In Großstädten, in denen beträchtliche Gasmengen verbraucht werden und komplizierte Systeme der Gasversorgung vorhanden sind, können Gasversorgungsdienste der Zivilverteidigung geschaffen werden, die im Frieden Maßnahmen zur Erhöhung der Standhaftigkeit der Gasversorgungssysteme und im Krieg die Instandsetzungsarbeiten durchführen. In den übrigen Städten werden auf der Basis der Betriebsdienstorganisationen Formationen der Zivilverteidigung geschaffen, die in den komplexen kommunaltechnischen Dienst eingegliedert werden. Zur Durchführung der Instandsetzungsarbeiten werden Spezialfahrzeuge, die in den Betriebs- und Havariediensten vorhanden sind, sowie Spezialwerkzeuge und -geräte eingesetzt.
Das Havariefahrzeug für die städtische Gaswirtschaft ist gewöhnlich ein Kraftfahrzeug, das geländegängig ist und eine ausreichend große Leistung besitzt. Im Koffer eines solchen Fahrzeuges werden ein Kompressor für das Arbeiten mit Druckluftwerkzeugen, ein Schweißaggregat, ein Lüftungsaggregat zum Belüften von Kontrollschächten und gasgefüllten

Räumen, eine Pumpe zum Abpumpen des Wassers aus Gruben und Kontrollschächten, Feuerlöschmittel, Schlauchschutzmasken, Sicherheitsgurte und anderes Gerät untergebracht. Außerdem wird das Anbringen von Scheinwerfern zur Beleuchtung der Arbeitsplätze bei Nacht vorbereitet.

Gegenwärtig gibt es in den städtischen Gasversorgungsbetrieben die Havarieinstandsetzungsfahrzeuge ARGM-2 für Gasleitungsnetze und die Gashavariefahrzeuge AGM-2 und AGM-3.

Das Havarieinstandsetzungsfahrzeug für Gasleitungsnetze ARGM-2 ist für die Behebung von Havarien an Außengasleitungen, in Kesselhäusern und Gasverteilungsstationen bestimmt und ermöglicht die Ausführung aller Arten von Havariearbeiten an den Gasnetzen und -anlagen. Das Fahrzeug wird auf dem Fahrgestell des GAZ-53A aufgebaut.

Das Gashavariefahrzeug AGM-3, das auf dem Fahrgestell des Kraftfahrzeuges UAZ-451 bzw. UAZ-452 aufgebaut wird, ist hauptsächlich für die Behebung von Havarien und das Abdichten von Gasaustrittsstellen an den Gebäudegasanlagen und -netzen bestimmt.

Die Gashavariefahrzeuge AGM-2 und AGM-3 bilden gegenwärtig die Grundlage des Fahrzeugparkes der städtischen Havariedienste. Ersteres ist für die Behebung von Havarien an den Außengasleitungen, einschließlich der Hof- und Häusergruppennetze sowie der Hauseinführungen bestimmt. Die Havariefahrzeuge werden mit dem erforderlichen Materialvorrat, Werkzeug sowie der Ausrüstung und Vorrichtungen für die Behebung beliebiger Havarien, in erster Linie von Havarien an unterirdischen Gasleitungen, ausgestattet.

In den Großstädten besitzen die Betriebsdienste für Havariearbeiten außer den Universalhavariefahrzeugen Spezialfahrzeuge, z. B. Schweiß-, Wasserpump- und Beleuchtungsfahrzeuge. Auf dem für Schweißarbeiten bestimmten Fahrzeug sind ein Schweißaggregat, Sauerstoff- und Azetylenflaschen sowie andere für die Ausführung von Schweißarbeiten erforderliche Ausstattung und Ausrüstung untergebracht. Das Fahrzeug wird mit einer Brigade (Bedienung) von drei bis vier Personen besetzt.

In großen Industriebetrieben, die Gas in großen Mengen verbrauchen, wird ein Dienst für Rettungs-, Bergungs- und gasgefährdete Arbeiten geschaffen.

Die Rahmennormen für die Ausführung einiger Arten von Havariearbeiten sind in der Anlage am Ende des Buches angeführt.

4.7. Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten an Gasversorgungsnetzen und -anlagen

Der Brennstoff Gas besitzt folgende gefährliche Eigenschaften, die bei Instandsetzungsarbeiten unbedingt zu beachten sind:

- Fähigkeit aller brennbaren Gase, in bestimmten Volumenverhältnissen mit Luft explosive Gemische zu bilden;
- erstickende Wirkung auf den Menschen;

– Toxizität einiger, hauptsächlich künstlicher Gase;
– Auslösung von Bränden.

Alle brennbaren Gase stellen, wenn sie sich in Räumen ansammeln, eine große Gefahr dar. Die künstlichen Gase enthalten das hochtoxische Kohlenmonoxid (CO). Der Gehalt dieses Gases in der Luft in einer Menge von 0,15 % kann nach einer halben Stunde zu einer schweren Vergiftung und in einer Menge von 0,4% nach 20 bis 30 min zum Tode führen.

Die meisten künstlichen und ein Teil der Naturgase enthalten ebenfalls den hochtoxischen Schwefelwasserstoff. Er schädigt das Nervensystem und kann zu Atemstillstand und Herzlähmung führen. Die toxischen, gefährlichen Eigenschaften können sich auswirken, bevor die explosive Konzentration entsteht.

Die künstlichen Gase sind gefährlicher als die Naturgase, denn sie besitzen fast den gleichen Grad der Explosionsgefährlichkeit und haben darüber hinaus eine höhere Toxizität. Sie werden meistens in Industriebetrieben eingesetzt. Deshalb erfordert die Ausführung von Instandsetzungsarbeiten an Objekten, die mit künstlichen Gasen versorgt werden, besondere Aufmerksamkeit und Vorsicht.

Die natürlichen brennbaren Gase bestehen zum größten Teil (bis zu 98 %) aus dem unschädlichen Methan (CH_4) und enthalten keine anderen Schadstoffe. Sie sind jedoch ebenfalls gefährlich, da eine beträchtliche Konzentration davon in der Luft zum Ersticken führen kann. Außerdem bilden diese Gase im Gemisch mit Luft (bei einem Gasgehalt von 4 bis 15%, für Flüssiggas 2 bis 10%) explosive Konzentrationen, bei denen ihre Entzündung zur Explosion führt. Die Explosivitätsgrenzen eines Gas-Luft-Gemisches hängen vom Druck ab. So steigt bei der Druckerhöhung eines Methan-Luft-Gemisches auf 100 kPa die untere Explosivitätsgrenze auf 6,6%, während die obere auf 12,7% absinkt.

Aus diesen Gründen sind alle Arbeiten in einem gashaltigen Medium bzw. unter Bedingungen, bei denen der Austritt von Gas aus Gasleitungen oder Aggregaten möglich ist, gasgefährdete Arbeiten, an deren Ausführung besondere Forderungen gestellt werden.

Zu den gasgefährdeten Arbeiten gehören die Instandsetzung von in Betrieb befindlichen Gasleitungen und -anlagen ohne Absperren der Gaszufuhr, der Anschluß von Gasleitungen an in Betrieb befindlichen Leitungen, das Einlassen von Gas in Gasleitungen, Gasgeräte und -aggregate sowie die Kontrolle und Belüftung von Kontrollschächten.

Gasgefährdete Arbeiten werden von speziell ausgebildeten Arbeitskräften durchgeführt, wobei eine Brigade aus mindestens zwei Personen und bei Arbeiten in Schächten, Gräben und Behältern sowie an anderen besonders gefährdeten Stellen aus mindestens drei Personen bestehen muß. Dabei muß derjenige, der den Kontrollschacht, Graben bzw. Behälter besteigt, die Schutzmaske aufsetzen und einen Sicherheitsgurt mit Leine anlegen.

Jeder, der gasgefährdete Arbeiten ausführt, muß eine Schlauch- oder isolierende Schutzmaske bzw. ein Atemschutzgerät besitzen. Filtrierende Schutzmasken sind ungeeignet.

Bestimmte Forderungen werden an das Werkzeug gestellt. Es darf beim

Arbeiten keine Funken erzeugen. Deshalb müssen die Hämmer bzw. Vorschlaghämmer aus Buntmetall (Kupfer, Aluminium) gefertigt oder verkupfert sein. Der Arbeitsteil der Metallschneidwerkzeuge, der Schlüssel und der Vorrichtungen aus Schwarzmetall muß ausgiebig mit konsistentem Schmierfett, Staufferfett, technischer Vaseline oder einem anderen zähen Schmierfett versehen werden. Der Einsatz von elektrischen Bohrmaschinen und anderen funkenbildenden Elektrowerkzeugen ist nicht gestattet.

Für die Arbeitsplatzbeleuchtung werden Handlampen in explosionsgeschützter Ausführung oder batteriegespeiste Grubenlampen verwendet.

Das Schuhwerk derjenigen, die in Kontrollschächten und Behältern sowie an anderen derartigen Stellen arbeiten, darf keine Absatzeisen und Nägel aus Stahl aufweisen, anderenfalls müssen Gummigaloschen übergezogen werden.

In Kontrollschächten, Tunneln und Kollektoren ist es nicht gestattet, an in Betrieb befindlichen Gasleitungen Schweißarbeiten durchzuführen und autogen zu schneiden, ohne sie abzusperren und mit Luft durchzublasen.

Das Autogenschweißen an in Betrieb befindlichen Gasleitungen ist bei einem Gasdruck von 0,4 bis 1 kPa gestattet. Bei einem Druck unter 0,2 kPa besteht die Gefahr, daß der Druck auf Null absinkt, wodurch Luft in die Gasleitung gelangen und sich ein explosives Gemisch bilden kann. Bei einem Druck über 1,5 kPa wird das geschmolzene Metall «weggeblasen». Das erschwert das Schweißen und verschlechtert seine Qualität. Zur Kontrolle des Druckes wird am Arbeitsplatz ein Manometer installiert.

Zur Absenkung des Druckes werden Kerzen mit Absperrvorrichtung (Bild 54) eingesetzt. Das austretende Gas ist abzufackeln.

Das Einschneiden in unter Druck stehende Gasleitungen ohne Druck-

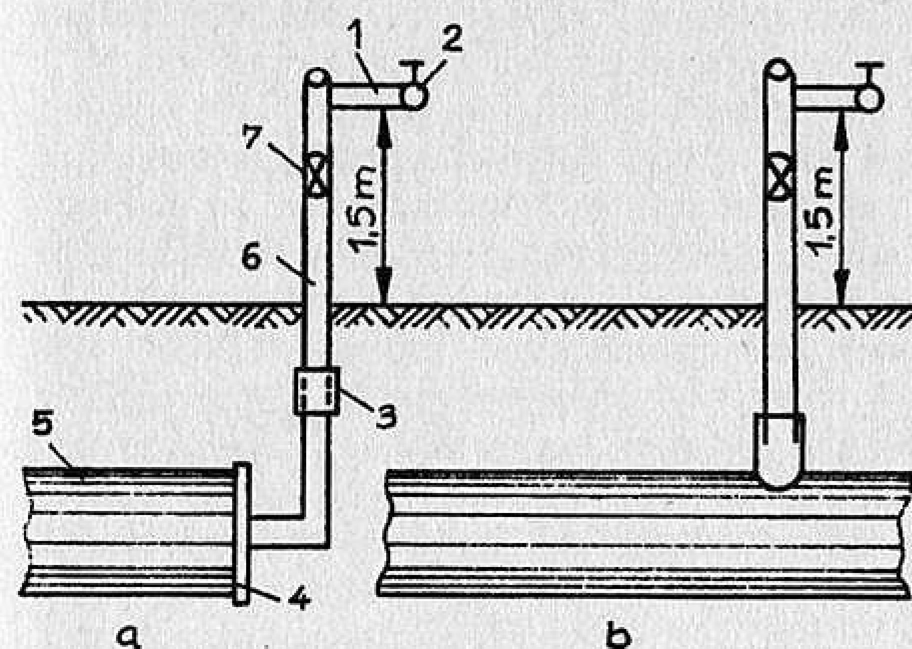


Bild 54: Skizze einer Abblaskerze
a – erste Variante; b – zweite Variante
1 – Gasprobenentnahmerohr; 2 – Hahn; 3 – Muffe; 4 – Endflansch; 5 – Gasleitung; 6 – Kerze; 7 – Absperrschieber oder -hahn an der Kerze

reduzierung ist nur zulässig, wenn eine Spezialvorrichtung verwendet wird, die den Austritt des Gases nach außen ausschließt.
Die Dichtheit von Schweißnähten an Gasleitungen und anderer Verbindungsstellen mit Armaturen und Vorrichtungen wird mittels Seifenschaum kontrolliert. Gasgefüllte Rohrleitungen mit offenem Feuer zu überprüfen, ist nicht gestattet.
Während der Arbeiten zur Behebung eines Schadens an einer Gasleitung werden alle benachbarten Räume und Anlagen mindestens alle 1,5 h bei Niederdruckgasleitungen und mindestens alle 1 h bei Mittel- und Hochdruckgasleitungen auf die Anwesenheit von Gas geprüft. Das Vorhandensein von Gas kann mit einem Gasprüfgerät bestimmt werden.
Wird Gas in Räumen festgestellt, müssen diese durch Öffnen der Fenster und Türen gelüftet werden. Für die Belüftung von Kontrollschächten und anderen unterirdischen Räumen müssen tragbare Lüfter und Preßluftflaschen verwendet werden. In der Nähe von gasgefüllten Anlagen sind das Rauchen und der Umgang mit offenem Feuer verboten.
Bei der Ausführung von Arbeiten, die mit dem Vorhandensein von Gas bzw. der Möglichkeit seines Auftretens verbunden sind, müssen die Arbeiter mit Schutzmitteln und entsprechenden Vorrichtungen ausgerüstet werden.
Vor der Ausführung von gasgefährdeten Arbeiten muß mit denjenigen, die diese Arbeiten ausführen sollen, eine Einweisung und eine Überprüfung ihrer Kenntnisse über den Arbeitsschutz durchgeführt werden.

5. Instandsetzungsarbeiten an städtischen Elektroenergieversorgungsnetzen

5.1. Systeme der Elektroenergieversorgung der Städte

Die Elektroenergieversorgung von Städten und Industriebetrieben erfolgt von örtlichen Kraftwerken oder von leistungsfähigen Elektroenergieversorgungssystemen.
Als Elektroenergieversorgungssystem wird eine Gruppe von Kraftwerken bezeichnet, die untereinander und mit den Elektroenergieverbrauchern durch Elektroenergieversorgungsnetze verbunden sind. Ein Elektroenergieversorgungssystem vereint in Leistung und Charakter unterschiedliche Kraftwerke (Wärme-, Wasser- und Kernkraftwerke), die in ein gemeinsames Netz einspeisen, das aus Elektroenergieübertragungsleitungen, Umspannwerken und anderen Anlagen besteht.
Das Elektroenergieversorungssystem stellt, unabhängig von der Entfernung der zu ihm gehörenden Kraftwerke und der Ausdehnung der Netze, ein einheitliches Ganzes dar, das durch ein gemeinsames Betriebsregime und den ununterbrochenen Prozeß der Erzeugung und Verteilung der Elektroenergie verbunden ist. Elektroenergieversorgungssysteme ermöglichen es, die energetischen Ressourcen und Möglichkeiten der Kraftwerke unter Berücksichtigung des Charakters der Arbeit der Elektroenergieabnehmer vollständiger und ökonomischer zu nutzen.
In der UdSSR waren 1977 Gebietsversorgungssysteme mit einer Gesamtleistung der Kraftwerke von über 200 GW in Betrieb. Die größten davon sind das Moskauer, das Kuibyschewer u. a. Systeme. In der UdSSR wird ein Einheitliches Elektroenergieversorgungssystem des Landes aufgebaut. Es wird die Elektroenergieversorgungssysteme Sibiriens und Asiens mit dem europäischen vereinen. Es werden 500-, 750- und 1 150-kV-Wechselstrom- und bis zu 1 500-kV-Gleichstrom-Überlandleitungen errichtet. Bereits heute vereint das Einheitliche Elektroenergieversorgungssystem 900 Kraftwerke mit einer Leistung von 160 GW. Es arbeitet gemeinsam mit den Energieverbundsystemen der Mitgliedsländer des Rates für gegenseitige Wirtschaftshilfe und wird von einem in Moskau gelegenen automatisierten Zentrum gesteuert.
Die Vollendung der Vereinigung der regionalen Systeme zum Energieverbundsystem ermöglicht die Übertragung der Elektroenergie in die verschiedenen Gebiete des Landes von den Westgrenzen zum Fernen Osten. Infolge der verschiedenen Zeitzonen bietet dieses System die Möglichkeit, nacheinander die Belastungsspitzen in den einzelnen Elektroenergieversorgungssystemen abzudecken. Geschaffen ist das Energieverbundsystem «Frieden», das mehrere Elektroenergieversorgungssysteme der europäischen sozialistischen Länder vereinigt.
Die elektrischen Netze und Anlagen können in zwei Kategorien eingeteilt werden, in die Kraftwerke und Anlagen mit Bedeutung für das System und in die Anlagen und Netze der öffentlichen Elektrizitätsversorgung.

Zu den Netzen und Anlagen der Elektroenergieversorgungssysteme gehören große Kraftwerke (Wasser-, Wärme- und Kernkraftwerke), die Fernleitungen für eine Spannung von 110 kV und darüber sowie die mit diesen verbundenen Netzanlagen. Die Elektroenergie wird von diesen Kraftwerken in das Elektroenergieversorgungssystem eingespeist und Großverbrauchern zugeführt.

Die Anlagen und Netze der öffentlichen Elektrizitätsversorgung sind für die Versorgung der städtischen Verbraucher, darunter auch kleiner Industriebetriebe, mit Elektroenergie, die vom Elektroenergieversorgungssystem und aus eigenen Kraftwerken stammt, bestimmt. Sie bestehen aus Umspannwerken, Verteilerpunkten, Kabelleitungen (seltener Freileitungen) und anderen Anlagen, mit deren Hilfe die Elektroenergie auf 10 kV bis 380/220 V transformiert und den Verbrauchern zugeführt wird. Zu den städtischen Netzen der öffentlichen Elektroenergieversorgung gehören auch die Unterwerke und die Fahrleitungsnetze der Trolleybusse und Straßenbahnen.

Das Prinzipschema der Stromversorgung einer Stadt ist auf Bild 55 dargestellt. Die Elektroenergieversorgungsquellen – Kraftwerke verschiede-

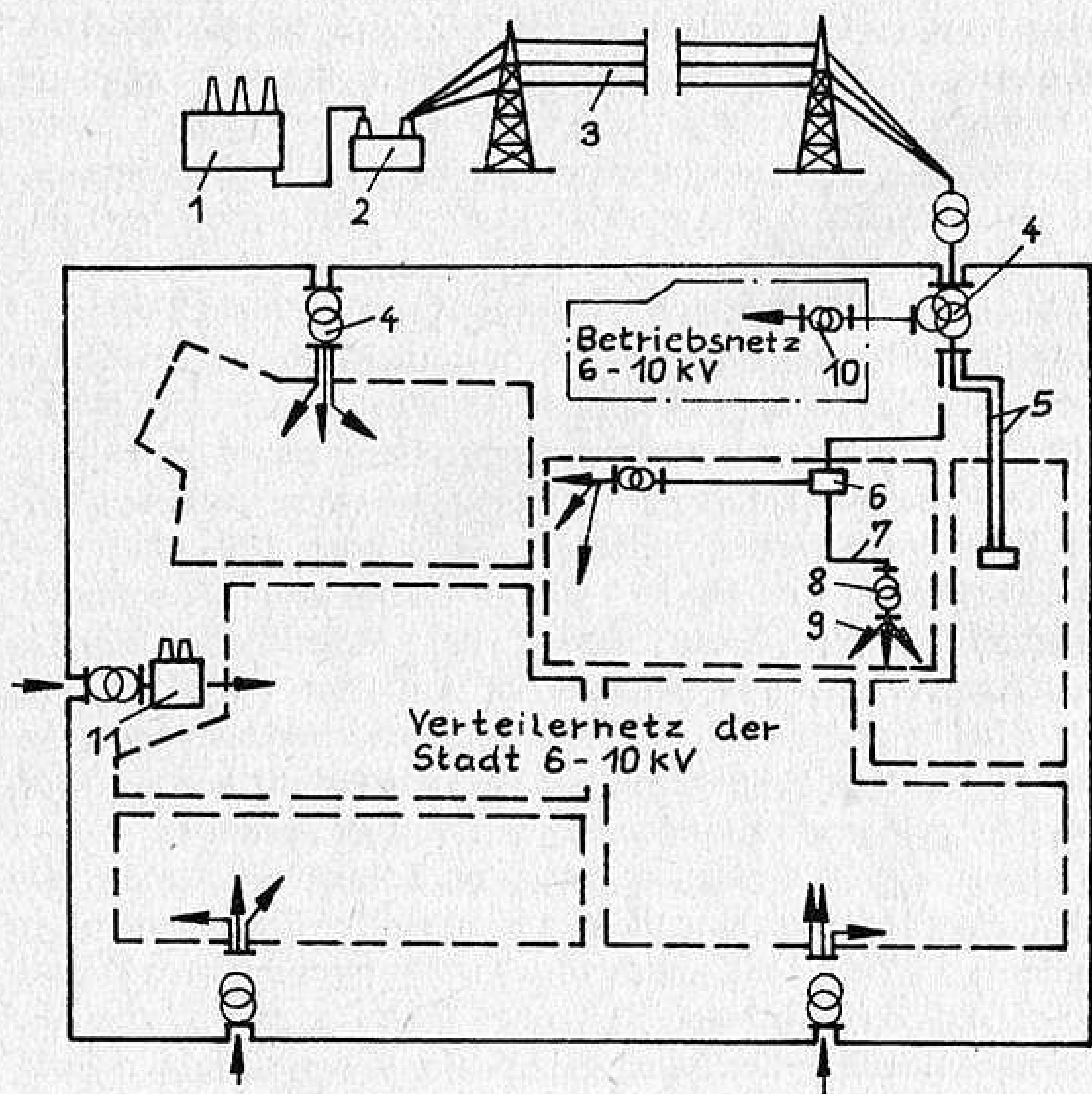


Bild 55: Schema der Elektroenergieversorgung einer Stadt
1 – Kraftwerk; 2 – Umspannwerk; 3 – Überlandleitung; 4 – Leitumspannwerk; 5 – Elektroenergieversorgungskabelleitungen; 6 – Verteilerstation; 7 – Verteilerkabelleitungen; 8 – Transformatorenstation; 9 – Verteilerkabel; 10 – Haupttransformatorenstation eines Betriebes; 11 – städtisches Kraftwerk

ner Typen (1) – erzeugen die Elektroenergie mit einer Spannung von 6,6 bis 10,5 kV, die in Umspannwerken (2) auf 35 bis 110 kV und mehr herauftransformiert wird. Mit den Fernleitungen (3) kann die Elektroenergie über große Entfernungen zu den Leitumspannwerken (4) übertragen werden, die sich innerhalb der Stadt befinden und in denen die Spannung auf 6 bis 10 kV heruntertransformiert wird.

Die Verteilungseinrichtung im Leitumspannwerk, an die die Elektroenergieversorgungsnetze der Stadt bzw. eines Objektes angeschlossen sind, heißt Einspeisepunkt. Ein Einspeisepunkt ist auch die Verteilungseinrichtung für die Generatorspannung eines Kraftwerkes. Von den Umspannwerken gehen dann zu verschiedenen Punkten der Stadt die Elektroenergieversorgungskabel (5) ab, die in der Regel unter der Erde verlegt werden. Es wird angestrebt, Hochspannungsfreileitungen innerhalb der Stadt durch Kabel zu ersetzen, da die Freileitungen die Entwicklung der Stadt behindern und eine Gefahr für die Bevölkerung darstellen.

Die Elektroenergieversorgungskabel verlaufen zu den Verteilerpunkten (6), die für die Abnahme und Verteilung der Elektroenergie ohne Transformation bestimmt sind. Von ihnen gehen in die verschiedenen Richtungen die Verteilerkabel (7) ab, die alle mit einer Transformatorenstation (8) verbunden sind, wo die Spannung auf 380/220 bis 220/127 V herabgesetzt wird. Von den Transformatorenstationen führen die Verteilerkabel direkt zu den Verbrauchern.

Die Hauptschemen sehen den Anschluß der Speiseleitung an zwei selbständige Stromquellen vor. Mit Hilfe einer in jedem Kabel installierten Abschalteinrichtung ist die automatische Abschaltung eines beschädigten Abschnitts gewährleistet, und die gesamte Belastung kann bei einem Elektroenergieversorgungshauptschema auf die Einspeisung über die andere Leitung umgeschaltet werden.

Die Straßenbahn- und Trolleybusfahrleitungsnetze sind als Bestandteil des Elektroenergieversorgungssystems der Stadt anzusehen. Die Fahrleitungsnetze werden mit Elektroenergie direkt von einem städtischen Kraftwerk oder von Umspannwerken des Elektroenergieversorgungssystems gespeist. Von den Speisepunkten wird die Elektroenergie den Verbrauchern über unterirdische Kabelleitungen zugeführt. Das Schema der Elektroenergieversorgung von Straßenbahnfahrleitungsnetzen ist auf Bild 56 zu sehen.

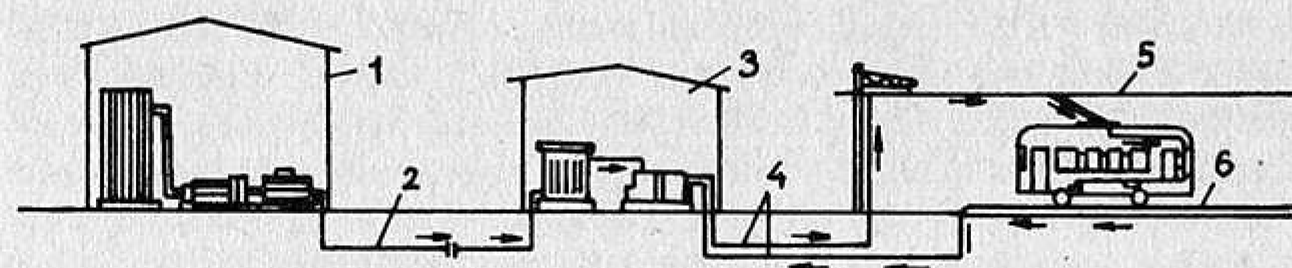


Bild 56: Schema der Fahrleitungsnetze der Straßenbahn
1 – Kraftwerk oder Umspannwerk; 2 – Wechselstromkabel; 3 – Unterwerk; 4 – Speisezuleitung; 5 – Fahrleitungsdraht; 6 – Schienen

Industrieobjekte als Elektroenergiegroßabnehmer können abhängig vom Umfang und der Art der hergestellten Erzeugnisse, von den Ausmaßen des Territoriums und anderen Faktoren ein kompliziertes und weitverzweigtes Elektroenergieversorgungssystem besitzen.
Eine spezifische Besonderheit solcher Elektroenergieversorgungssysteme ist die große Vielfalt der auf einem begrenzten Territorium der Betriebe verteilten Elektroenergieabnehmer hinsichtlich der Leistung und des Betriebsregimes sowie die konstante Tendenz zur Vergrößerung der Gesamtbelastung der Betriebe durch deren systematische Erweiterung und die Erhöhung des Grades der Elektrifizierung der technologischen Prozesse. Die Elektroenergieversorgungssysteme von Industriebetrieben werden so angelegt, daß alle ihre Elemente ständig unter Belastung stehen, wodurch die Verluste an Elektroenergie gesenkt und die Zuverlässigkeit der Elektroenergieversorgung erhöht werden.

5.2. Standhaftigkeit der Systeme der Elektroenergieversorgung von Städten und der städtischen Elektroenergieversorgungsnetze sowie Charakter ihrer Zerstörungen und Beschädigungen

Ein Ausfall (Zusammenbruch) des Elektroenergieversorgungssystems einer Stadt beschwört selbst unter Friedensbedingungen ernsthafte Folgen herauf. Im Juli 1977 haben Gewitterentladungen zum Ausfall eines Kraftwerkes nördlich von New York geführt. Das war die Ursache für den Zusammenbruch des gesamten Systems der Elektroenergieversorgung New Yorks und seiner Vorstädte, wo 10 Millionen Menschen wohnen. In Betrieben kam die Produktion zum Erliegen, Züge blieben stehen, auf den elektrisch betriebenen Eisenbahnstrecken mußte der Verkehr eingestellt werden. Die Flughäfen wurden geschlossen, und Tausende von Menschen blieben in U-Bahnzügen und Fahrstühlen stekken. Die Wasserversorgung war unterbrochen, die Kanalisation hörte auf zu funktionieren. Das Leben der Stadt war für 25 Stunden paralysiert. Zu einer ähnlichen Havarie war es am 9. November 1965 gekommen, als nicht nur New York, sondern auch alle Nordoststaaten 12 Stunden lang ohne Elektroenergie waren.
Im Falle einer Kernwaffendetonation werden den elektrischen Leitungen und Anlagen in der Stadt Zerstörungen und Beschädigungen unterschiedlichen Charakters zugefügt. Ein großes Elektroenergieversorgungssystem, das auf einer großen Anzahl weit voneinander entfernter Kraftwerke basiert und über ein System von automatischen Einrichtungen verfügt, mit denen augenblicklich jede Elektroenergiequelle und entsprechende Leistungen der Verbraucher abgeschaltet und damit die Funktionstüchtigkeit des Systems bewahrt werden können, ist ausreichend zuverlässig. Die Möglichkeit des vollständigen Ausfalls eines derartigen Energiesystems ist selbst beim gleichzeitigen Kernwaffeneinsatz gegen viele Städte und Kraftwerke wenig wahrscheinlich. Die verwundbarsten Elemente eines Energieversorgungssystems sind die ober-

irdischen Anlagen (Kraftwerke, Umspannwerke, Verteilerpunkte, Transformatorenstationen u. a.) und die Überlandfreileitungen.
Die Beschädigung von Überlandfreileitungen hängt vom Grad der Zerstörung der Metall- und Holzmasten ab. Freileitungen, die in der Ausbreitungsrichtung der Druckwelle einer Kernwaffendetonation verlaufen, werden in geringerem Maße zerstört als Leitungen, die quer zur Druckwellenfront liegen.
Die Elemente des Systems werden bei einem Druck der Druckwelle über 30 kPa erheblich beschädigt. In diesem Fall können die Metallmasten umstürzen und die Leitungen reißen.
Bei einem Überdruck in der Druckwelle unter 10 kPa, bei dem oberirdische Gebäude und Anlagen unerheblich beschädigt werden, tragen auch die Elektroenergieübertragungsleitungen und die Anlagen der Elektroenergieversorgungsnetze keine erheblichen Schäden davon und können für den Betrieb weiterhin genutzt werden.

5.3. Instandsetzungsarbeiten an den Systemen der Elektroenergieversorgung von Städten

Instandsetzungsarbeiten werden in einem Wirkungsherd an den Systemen der Elektroenergieversorgung von Städten mit dem Ziel durchgeführt:
- einzelne Leitungen und Abschnitte des Elektroenergieversorgungsnetzes an den Stellen, wo Rettungs- und Bergungsarbeiten durchgeführt werden, abzuschalten, um die Sicherheit der Menschen zu gewährleisten und das Entstehen von Bränden zu verhindern;
- Elektroenergie in einzelne Räume und Abschnitte des Wirkungsherdes zu liefern;
- besonders wichtige Abnehmer bei einer teilweisen Beschädigung der Elektroenergieübertragungsleitungen und Elektroenergieerzeuger mit Strom zu versorgen.

Das Abschalten einzelner Abschnitte des Elektroenergieversorgungsnetzes ist an den Stellen der Durchführung von Rettungs- und Bergungsarbeiten erforderlich, wo beschädigte Niederspannungsnetze von unversehrt gebliebenen Hochspannungsleitungen gespeist werden. Das Abschalten erfolgt durch Ausschalten der Hebelschalter, mit Hilfe von Trennschaltern oder durch Unterbrechung der Leiter. Werden Hochspannungsleitungen beschädigt, erfolgt deren automatische Abschaltung in den nächstliegenden Umspannwerken (Öl- oder Freiluftschalter) bzw. in den Verteilerpunkten.
Die Zuführung von Elektroenergie in einzelne Räume oder Abschnitte eines Wirkungsherdes kann für unterschiedliche Zwecke, wie Beleuchtung des Territoriums in den Arbeitsabschnitten, Elektroenergieversorgung verschiedener Maschinen und Elektrowerkzeuge, die bei Rettungs- und Bergungsarbeiten eingesetzt sind, und Sicherstellung der Arbeit erhaltengebliebener oder zeitweilig entfalteter medizinischer Einrichtungen, und für viele andere Zwecke erforderlich sein. Die Zuführung der Elektroenergie ist in diesen Fällen am zweckmäßigsten über unversehrt

gebliebene Elektroenergieversorgungsleitungen, wenn der Umfang der Instandsetzungsarbeiten gering ist, oder aber über provisorisch verlegte Kabelnetze, die von naheliegenden Stromquellen (Umspannwerke, erhaltengebliebene Kabelnetze und andere Anschlußstellen) gespeist werden.

Die Instandsetzung einzelner beschädigter Abschnitte der oberirdischen Elektroenergieübertragungsleitungen erfolgt durch Verbinden der Leiter oder durch Verlegen neuer gesonderter Leitungen auf unbeschädigten bzw. provisorisch errichteten Masten. Nach dem Verbinden von gerissenen Leitern bzw. beim Verlegen von zeitweiligen Abschnitten müssen nichtisolierte Leiter so gespannt werden, daß sie mindestens 5 m über der Erdoberfläche hängen.

Beschädigte Abschnitte von Kabelleitungen können durch eine provisorische Freileitung oder durch Verlegen eines Verbindungskabels auf der Erdoberfläche verbunden werden.

In der Praxis der Instandsetzung und Wartung von Freileitungen für die Elektroenergieübertragung werden mehrere Verfahren zum Verbinden der Leiter angewandt, z. B. mit Hilfe von Kerbverbindern oder geformten Leitungsverbindern, die mit Kerbzangen gepreßt werden, u. a. Die Verbindungsstellen der Leiter müssen neben der mechanischen Festigkeit einen ausreichenden elektrischen Kontakt gewährleisten.

Einadrige Leiter können durch Verdrillen oder Anlegen einer Bandage aus dünnem Draht verbunden werden. Zur Gewährleistung eines sicheren Kontaktes wird die Bandage verlötet.

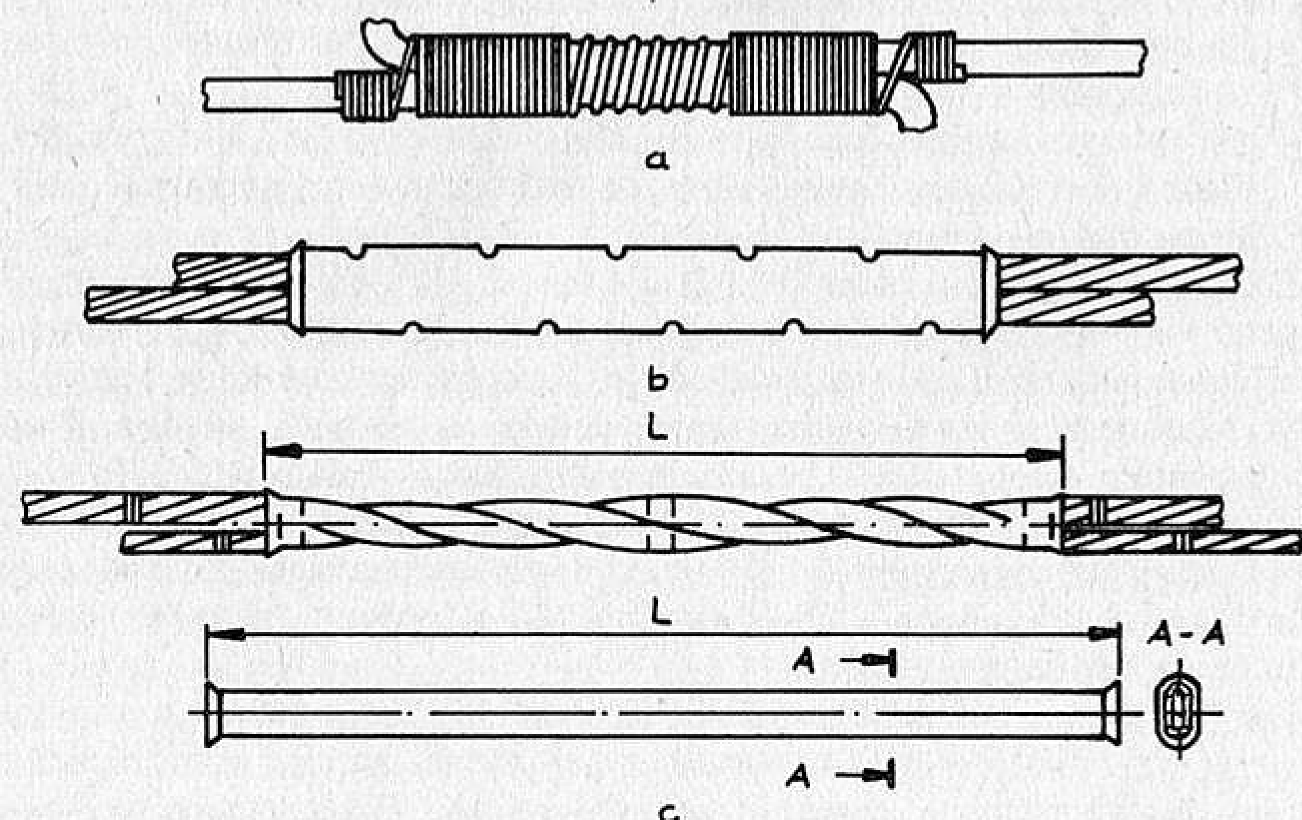


Bild 57: Methoden der Verbindung der Leiter von Elektroenergieübertragungsleitungen
a – Verbindung von einadrigen Leitern durch Anlegen einer Bandage aus dünnem Draht; b – Verbindung der Leiter mittels Kerbverbinder; c – Verbindung der Leiter mit ovalem Leitungsverbinder durch Verdrillen

Einadrige Stahlleiter werden durch elektrisches Schweißen verbunden (die Länge der Schweißnaht muß mindestens dem 10fachen Durchmesser des Leiters entsprechen). Mehradrige Leiter von Niederspannungsleitungen können durch Verdrillen mit nachfolgendem Verlöten verbunden werden. Diese Methode der Verbindung von mehradrigen Leitern, besonders der Lötprozeß, ist ziemlich arbeitsaufwendig und kompliziert. Wird dagegen nicht verlötet, ist die Verbindung nicht fest und gewährleistet keinen sicheren Kontakt. Einige Methoden der Verbindung von elektrischen Leitern sind auf Bild 57 gezeigt.

Die Verbindung von Leitern mit Hilfe der Kerbverbinder besteht in der mechanischen Umfassung durch ein Kupfer-, Stahl- oder Aluminiumrohr mit ovalem Querschnitt, in das die Enden der zu verbindenden Leiter eingeschoben werden. Die mechanische Festigkeit der Verbindung wird durch die Einkerbungen auf der Oberfläche des Rohres gewährleistet.

Die Kerbverbinder werden mit einer Spezialzange angepreßt, deren Aufbau auf Bild 58 gezeigt ist.

Für die Verbindung von Leitern werden auch Leitungsverbinder verwandt, die aus einem Metallkörper und Klemmplatten mit zwei Parallelrillen für die zu verbindenden Leiter bestehen. Die Leiter werden in den Klemmkörper eingelegt und durch die Klemmplatten mit Hilfe der Klemmschrauben befestigt.

Nach dem Verbinden müssen die Leiter auf die Masten gehoben und gespannt werden. Zwischen Masten gespannte Leiter hängen durch. Die Größe des Durchhangs ist von der Art und dem Querschnitt des Leiters sowie von der Entfernung zwischen den Masten abhängig. Beim Bau von

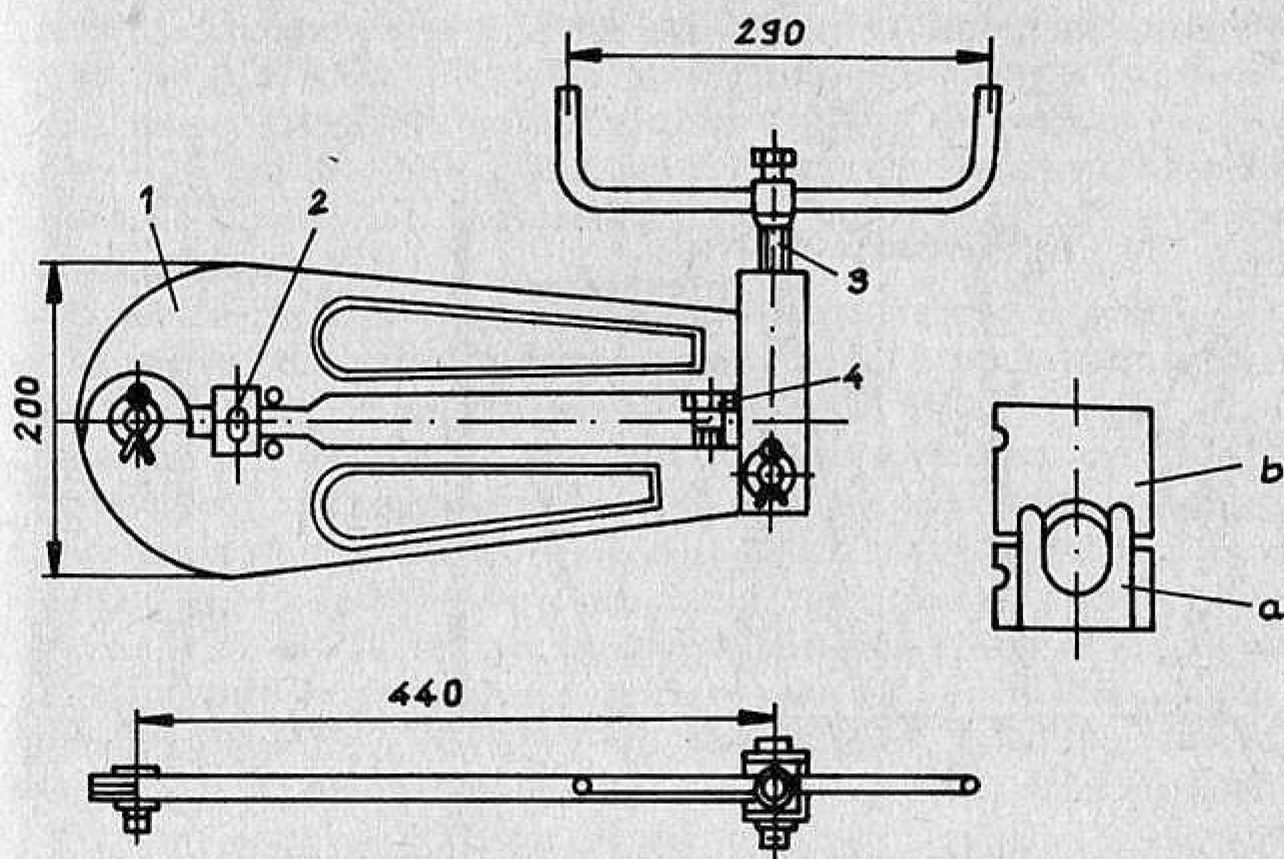


Bild 58: Montagezange MK-19a mit Einsätzen
a – unterer Einsatz; b – oberer Einsatz–
1 – Zangenkörper; 2 – Einsatz; 3 – Klemmschraube; 4 – Einstellschraube

Elektroenergieübertragungsleitungen wird die Größe des Durchhangs anhand von Berechnungstabellen bestimmt.
Um Leiter mit großem Querschnitt beim Spannen erfassen zu können, werden Abspannklemmen verschiedener Typen verwendet, für mehradrige Leiter mit großem Querschnitt Keilabspannklemmen und für einadrige Leiter bzw. Leiter mit kleinem Querschnitt Gelenkabspannklemmen.
Nach dem Anbringen der Abspannklemme an den Leitern werden diese mit Hilfe eines Kraftfahrzeuges, eines Traktors, einer Winde oder eines Flaschenzuges gespannt. Der gespannte Leiter wird an den Isolatoren mit Klemmen oder Schellen bzw. durch Umwickeln mit Draht befestigt.
Beim Bau von Freileitungen für die Elektroenergieübertragung werden Masten aus Holz, Stahlbeton oder Metall eingesetzt. Ihrer Konstruktion nach werden Holzmaste in Einfachmaste, A-Maste (aus zwei Schäften) und Dreifachmaste (aus drei Schäften) eingeteilt. Die Maste werden aus Holzschäften und Stahlbetonmastfüßen, aus Holzschäften und Holzfüßen sowie aus ungeteilten Holz- und Stahlbetonschäften ohne Mastfüße hergestellt. Metallmaste werden in der Regel aus Profilstahl gefertigt. Unabhängig von ihrem Typ können Maste mit Stützstreben oder Abspannungen hergestellt werden. Metallmaste werden auf Beton- oder Stahlbetongründungen mit rundem oder rechteckigem Querschnitt aufgestellt. Die verbreitetsten Typen von Metallmasten sind auf Bild 59 gezeigt.
Im Unterschied zu den stationären werden die provisorischen Maste aus Behelfs- oder anderen für diese Zwecke geeigneten Materialien, wie Holzpfähle, unbeschädigte Metall- oder Holzelemente der Masten (Stützen, Querträger), errichtet. Der am weitesten verbreitete Typ der

Bild 59: Einige Typen von Stahlgittermasten für Elektroenergieübertragungsleitungen
a – mit schmaler Basis; b – mit breiter Basis und Abspannseilen; c – Stahlbetoneinfachmast
1 – Mastschaft; 2 – Querträger; 3 – Seilstütze

provisorischen Masten sind die Holzeinfachmaste mit oder ohne Querträger. Sie werden hauptsächlich für 6/35-kV-Leitungen und in einzelnen Fällen auch für 110-kV-Leitungen verwendet. Für das Aufhängen von schweren Leitern werden Portalmaste eingesetzt. Die Leiter werden an den Masten mit Hänge- bzw. Stützenisolatoren befestigt.
Die Steifigkeit und Festigkeit von provisorischen Masten kann durch die Anwendung von Holzstreben sowie Abspannungen aus Trossen, Seilen und Draht erhöht werden. Der Einsatz von Masten mit Abspannungen ist dann zweckmäßig, wenn die Elektroenergieübertragungsleitungen durch Gelände mit hartem, steinigem oder felsigem Boden verlaufen und wenn komplizierte Winkelmaste ersetzt werden. Bei der Errichtung von provisorischen Elektroenergieübertragungsleitungen wird der Abstand zwischen den Masten abhängig von ihrer Höhe, dem Längsprofil der Trasse und den Besonderheiten des Geländes bestimmt.
Beim Verlegen einer zeitweiligen Trasse durch sumpfige oder wasserüberflutete Abschnitte sowie über Flüsse und Seen werden Schwimmasten eingesetzt. Solche Masten können auf Flößen oder Pontons aufgestellt werden, die auf dem Grund verankert oder von Gewichten gehalten werden. An den oberen Enden der auf einem Floß aufgestellten Stützen wird ein Querbalken befestigt oder ein Seil gespannt, an dem Isolatoren angebracht werden. Die Leiter werden auf diesen Isolatoren über dem Seil verlegt und am Querbalken befestigt. Gewöhnlich werden Schwimmasten am Ufer montiert, anschließend zu Wasser gelassen und zum Verankerungsplatz geschleppt.
Beim Verlegen einer Trasse über eine zugefrorene Wasserfläche können provisorische Holzmasten in Form eines starren Dreibeines errichtet werden, die direkt auf dem Eis aufgestellt werden. In der Praxis des Baues von provisorischen Elektroenergieübertragungsleitungen ist es vorgekommen, daß Masten durch Einfrieren von Holzpfählen in das Eis eines Flusses errichtet wurden. Damit der Pfahl nicht durch das ins Eis gebohrte Loch rutschen konnte, waren am unteren Ende des Mastes Auflageriegel angebracht.
Als provisorische Masten können erhaltengebliebene Brücken, Überführungen und Rohrbrücken genutzt werden; die Leiter werden in diesen Fällen in speziellen Halterungen außen an der Brücke angehängt. Bei der Nutzung von Bäumen als provisorische Masten müssen die Äste vom oberen Teil des Stammes entfernt und ein Querträger bzw. eine Halterung angebracht werden. Diese Methode ist jedoch mit aufwendigen Arbeiten verbunden. Einfacher lassen sich zwei Bäume nutzen, zwischen deren Kronen ein Seil mit Isolatoren gespannt wird. In der Mitte des Seiles kann eine Isolatorenkette angehängt werden, an der der Leiter befestigt wird.
Die Instandsetzung von teilweise beschädigten Masten wird bei der Durchführung der Instandsetzungsarbeiten hauptsächlich im Aufrichten von schrägstehenden Masten, in der Reparatur beschädigter Elemente, in der Beseitigung von Schweißnahtrissen usw. bestehen. In einzelnen Fällen wird das Aufstellen neuer Masten anstelle der zerstörten erforderlich sein.
Infolge der Einwirkung von Überdruck oder eines einseitigen Leiterrisses

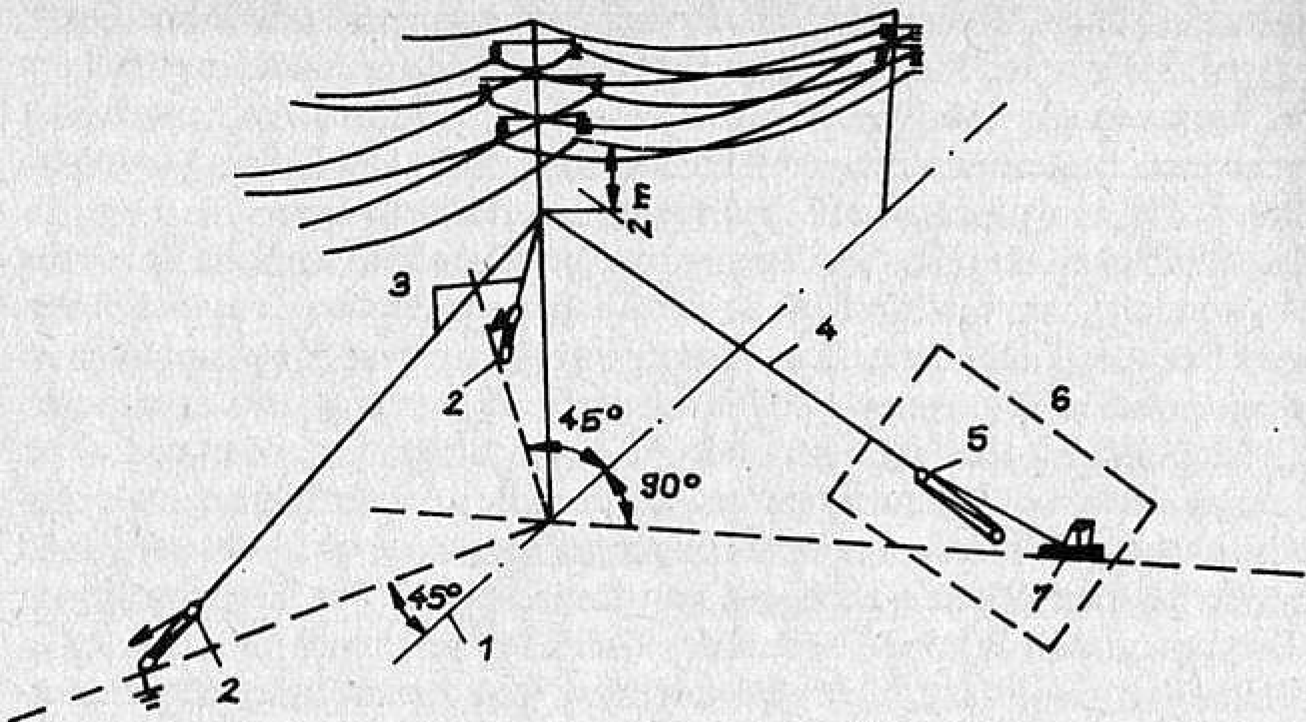


Bild 60: Aufrichten eines schrägstehenden Mastes einer Elektroenergieübertragungsleitung
1 – Achse der Leitung; 2 – Flaschenzug 1,5 t; 3 – Abspannung; 4 – Zugseil; 5 – Flaschenzug 3–5 t; 6 – Zugvorrichtung; 7 – Winde 1,5 t

entsteht eine größere Belastung der tragenden Teile der Masten, die zu ihrer Beschädigung, Verformung oder zum Ankippen führen kann. Eine Abweichung aus der vertikalen Lage verringert erheblich die mechanische Festigkeit des Mastes und begünstigt eine weitere Vergrößerung seiner Beschädigung.

Das Aufrichten von Stahlbetonmasten erfolgt mit Hilfe von Winden, Flaschenzügen, Traktoren oder anderen Zugvorrichtungen (Bild 60). Das Zugseil wird am Mast befestigt und in der der Neigung entgegengesetzten Richtung gespannt. Nach dem Aufrichten wird die Mastgründung verfestigt.

Eine überaus wichtige Aufgabe wird die Elektroenergieversorgung jener Verbraucher sein, von deren Weiterarbeit in bestimmtem Maße der Erfolg der Rettungs- und Bergungsarbeiten abhängt. Dazu gehören die Pumpwerke und -anlagen der Wasserversorgung, der Kanalisation und Abwasserbeseitigung u. a. In einer Reihe von Fällen müssen obligatorisch Instandsetzungsarbeiten zur Elektroenergieversorgung einzelner wichtiger Industrieobjekte durchgeführt werden, in denen es bei einem längeren Stillstand des technologischen Prozesses zu einer Havarie kommen kann. Für die Elektroenergieversorgung solcher besonders wichtiger Abnehmer können Instandsetzungsarbeiten an einzelnen Anlagen des Energieversorgungssystems erforderlich sein.

Ein wichtiges Glied in den Netzen der Elektroenergieversorgung von Städten sind die Umspannwerke, von deren Betrieb die Elektroenergieversorgung ganzer Stadtbezirke abhängt. In einem Kernwaffenwirkungsherd ist die Instandsetzung solcher Umspannwerke nur dann sinnvoll, wenn die Arbeiten in einer kurzen, Stunden betragenden Zeit ausgeführt werden können. Wenn in dieser Zeit die Elektroenergieversor-

gung einzelner Abnehmer durch die Instandsetzung des vorhandenen Elektroenergieversorgungsnetzes nicht möglich ist, können fahrbare Kraftwerke und Kraftwerkszüge sowie die Elektroenergieerzeugungsanlagen von Schiffen genutzt werden. In diesen Fällen muß die Zuführung der mobilen Elektroenergieerzeugungsanlagen zum Elektroenergieabnehmer sichergestellt werden. Dazu müssen Durchfahrten und Abschnitte von Eisenbahnstrecken beräumt und wiederhergestellt sowie Plätze für die Unterbringung der Ausrüstung bzw. Anlegestellen und Vorrichtungen für die Übernahme der Elektroenergie vorbereitet werden. In den Häfen an den Anlegestellen und auf den Schiffen müssen spezielle Schalttafeln und flexible Kabel für die Übernahme bzw. Übergabe der Elektroenergie vorhanden sein.
Alle unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten an den Elektroenergieversorgungsnetzen und -anlagen dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn diese vollständig abgeschaltet sind und die Arbeitsschutzbestimmungen strikt eingehalten werden. Vor Beginn von Arbeiten an den Elektroenergieübertragungsleitungen müssen diese abgeschaltet werden; auf beiden Seiten des Arbeitsabschnitts sind die erhaltengebliebenen Leitungen zu erden.

5.4. Spezialformationen, Fahrzeuge, Maschinen und Vorrichtungen für die Instandsetzungsarbeiten

Zur Gewährleistung und Organisation des ununterbrochenen Betriebes der Elektroenergieversorgungssysteme werden in den Städten Energieversorgungsbetriebsdienste geschaffen. In Großstädten werden Verwaltungen für den Betrieb der Elektroenergieversorgungssysteme eingerichtet. Der Betriebsdienst für die elektrischen Netze und Umspannwerke besteht aus einzelnen Energieversorgungsnetzbezirken, die für den Betrieb der Netze, Umspannwerke und Transformatorenstationen verantwortlich sind.
Die Spezialformationen der Zivilverteidigung werden auf der Basis der entsprechenden Betriebsdienstorganisationen und -einrichtungen der Elektroenergieversorgungssysteme geschaffen.
Der Bestand der Kommandos, Gruppen und Aufklärungstrupps wird je nach den konkreten Bedingungen festgelegt. Jedes Kommando wird mit Technik, Funkgeräten sowie Spezial- und Bauvorrichtungen und -ausrüstung ausgestattet, die auf die Gruppen und Trupps verteilt werden.
Während des Betriebes der Kabel und Freileitungen haben für die Ermittlung der entstandenen Schäden die auf Kraftfahrzeugen vom Typ GAZ-69 montierten Prüfanlagen weite Verbreitung gefunden. Mittels dieser Anlagen können Riß- und Schadstellen an Kabeln bestimmt, der Widerstand von Kabeln und Freileitungen gemessen und andere Arbeiten ausgeführt werden.
Für die Wartung der städtischen Netze, Umspannwerke und Transformatorenstationen werden mobile mechanische Werkstätten eingesetzt, zu denen ein Werkstattwagen für die Montage von Kabelleitungen, ein fahr-

bares Prüflabor, eine Kompressorstation auf einem Anhänger, ein hydraulischer Löffelbagger, ein Bohrwagen, hydraulische Hebezeuge und andere Vorrichtungen gehören. Mastschäfte und -füße werden mit Hilfe des Bohrkranfahrzeuges BKGM-AN-63 ausgewechselt.
Für die Hauptinstandsetzung von Freileitungen mit einer Spannung bis zu 10 kV (beim Auswechseln von Mastschäften, Stützen, Querträgern, Leitern) wird eine fahrbare Werkstatt eingesetzt, die in einem Spezialkoffer auf dem Kraftfahrzeuganhänger 2 PN-4 eingerichtet ist. Die Werkstatt ist mit der erforderlichen Ausrüstung, den Geräten, Materialien und Schutzmitteln ausgestattet.
Bei der Instandsetzung von Kabeln wird eine fahrbare Werkstatt auf dem Zweiachsanhänger 2 PN-2 eingesetzt. Die Werkstatt verfügt über Werkzeug zur Auflockerung des Erdreiches, einen Transformator TSPK-20 zum Erwärmen des Kabels sowie andere Vorrichtungen, Werkzeuge und Materialien. Beim Auffinden der Kabeltrasse und der Schadstellen hilft der transistorierte Induktionskabelsucher KT-2, der im Energieversorgungssystem Mosenergo entwickelt worden ist.

5.5. Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten an Elektroenergieversorgungsnetzen

Durch Arbeiten des Allunionsforschungsinstitutes für Arbeitsschutz wurde bei einer Untersuchung der Ursachen von Arbeitsunfällen festgestellt, daß 62,2 % der Unfälle bei Arbeiten mit Baumaschinen und in Elektroenergieverteilungseinrichtungen und 37,8 % der Unfälle an elektrischen Netzen passieren. Dabei entfallen 66,2 aller Unfälle an elektrischen Netzen auf Personen, die an elektrischen Anlagen nichts zu suchen haben und die Arbeitsschutzbestimmungen nicht kennen.
Die Berührung von stromführenden Teilen ruft in den meisten Fällen einen spasmischen Zustand, eine unwillkürliche krampfartige Muskelkontraktion, hervor, wodurch das Loslassen des Leiters häufig unmöglich ist. Deshalb muß ein Geschädigter, der sich in einer solchen Lage befindet, schnell von der Wirkung des elektrischen Stromes befreit werden. Das kann geschehen, indem das Netz von den Elektroenergieversorgungsquellen abgeschaltet oder aber der Geschädigte unter Beachtung der Vorsichtsmaßnahmen gegenüber der Erde isoliert wird. Dazu sind Gummihandschuhe und Gummiüberschuhe anzuziehen bzw. dem Geschädigten ein gummierter Mantel oder Umhang überzustreifen. Man kann sich auch auf ein trockenes Brett stellen.
Vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten an elektrischen Leitungen muß das sichere Abschalten der Leitung zu beiden Seiten des Arbeitsplatzes erfolgen. Darüber hinaus sind zur Verhütung von Schädigungen durch elektrischen Strom beim zufälligen Einschalten der Leitung oder durch Blitzschlag in der Nähe der elektrischen Leitung die abgeschalteten Abschnitte beiderseits des Arbeitsplatzes zu erden.
Tragbare Erdungsvorrichtungen bestehen aus drei Teilen, den Leitern für das Kurzschließen der Phasen, dem Erdungsleiter und den Klemmen für

das Anschließen der Leitungen. Gewöhnlich werden in städtischen Netzen tragbare Erdungsvorrichtungen verwendet, die aus einem flexiblen, blanken Kupferleiter mit einem Querschnitt von 25 mm^2 bestehen. Geerdet wird wie folgt: die Klemme des Erdungsleiters wird an der Erdungsleitung angeschlossen, danach wird mit einem Spannungsprüfer die Spannungslosigkeit der zu erdenden, abgeschalteten stromführenden Teile geprüft.
Die Klemmen der Kurzschlußleiter werden mit einer Stange auf die stromführenden Teile aufgelegt und an der stromführenden Leitung befestigt. Das Erden ist mit Gummihandschuhen auszuführen. Sind keine tragbaren Erdungssätze vorhanden, kann die Erdung unter Verwendung von örtlichen Materialien erfolgen.
In einem Wirkungsherd können Stromquellen, die das elektrische Netz speisen, teilweise erhalten bleiben, und Menschen, die sich im Wirkungsherd zur Führung der Rettungs- und Bergungsarbeiten aufhalten, können durch elektrischen Strom geschädigt werden, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.
Arbeiten am Mast müssen Elektrohochbaumonteure ausführen. Es darf nicht auf jener Seite des Mastes gearbeitet werden, auf der der Leiter gespannt wird. Ferner ist es nicht gestattet, Winkelmaste auf der Seite des Innenwinkels zu besteigen und dort zu arbeiten. Für das Besteigen von Stahlgitter- oder Stahlbetonmasten werden Steigeisen mit Gummikappen oder spezielle Klettereisen in Form von Bügeln mit aufgeschobenen dicken Gummirohren verwendet.

6. Instandsetzungsarbeiten an Wärmeversorgungssystemen

6.1. Wärmeversorgungssysteme

Für die Beheizung der Wohnhäuser und die Deckung des Bedarfs der Industrie, des Verkehrs- und des Bauwesens ist eine große Menge an Wärmeenergie für heißes Wasser, Warmluft und Dampf erforderlich.
Die Wärmeenergie wird durch Verbrennen eines Brennstoffes in Öfen verschiedener Typen, Fernheizwerken und Wärmekraftwerken erzeugt.
Der Ausnutzungsgrad von Brennstoff, der in Blockheizwerken und besonders in Wärmekraftwerken verbrannt wird, ist bedeutend höher als bei der Verbrennung in örtlichen Anlagen. Deshalb wird die Wärmeversorgung von Städten und Industriebetrieben als zentrale Fernheizung ausgebaut, bei der die Wärmeenergie in Großanlagen erzeugt und mit Hilfe von Wärmeversorgungsnetzen den Verbrauchern zugeführt wird.
Die Verbraucher von Wärmeenergie werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt, in kommunale und Industrieverbraucher.
1977 waren über 800 Städte und große Siedlungen an die Fernwärmeversorgung angeschlossen, die Leistung der Heizturbinen des Ministeriums für Energie überstieg 55 GW.
Von den kommunalen Verbrauchern (Wohnhäuser, Schulen, Krankenhäuser, öffentliche und andere Gebäude) wird Wärme für die Beheizung, die Warmwasserversorgung und zum Erwärmen der Luft für die Belüftung von Räumen benötigt.
Neben diesen Zwecken benötigen Industrieverbraucher in großer Menge Wärme für technologische Prozesse, wie Erwärmen, Trocknen, Imprägnieren, Kochen usw.
Für eine zentrale Wärmeversorgung werden große Heizwerke bzw. Wärmekraftwerke gebaut, die eine große Anzahl von Verbrauchern mit Wärme versorgen. Es werden zwei Arten der zentralen Wärmeversorgung unterschieden, die Fernwärmeversorgung und die Stadtbezirksfernheizung. Unter Fernwärmeversorgung wird die zentrale Wärmeversorgung durch städtische Wärmekraftwerke verstanden, die gleichzeitig Wärme- und Elektroenergie erzeugen. Ist kein Wärmekraftwerk vorhanden, werden Heizwerke für die Versorgung einzelner Stadtbezirke errichtet. Diese Wärmeversorgung wird als Stadtbezirksfernheizung bezeichnet.
In den Systemen der Zentralheizung und der Stadtbezirksfernheizung sind die Quellen der Wärmeenergie Wasser- oder Dampfkessel, die in Heizwerken installiert sind. Im System der Fernwärmeversorgung wird für die Beheizung die Wärme des Abdampfes genutzt, der von den Turbinen des Wärmekraftwerkes kommt.
Als Wärmeträger wird bei der Fernwärmeversorgung hauptsächlich Heißwasser genutzt, das zu den Verbrauchern über die Rohre des Wärmeversorgungsnetzes gefördert wird. Dampfsysteme werden meistens für die Wärmeversorgung von Betrieben angewandt, in denen der

Dampf für verschiedene technologische Zwecke genutzt wird. Beim Eintritt in das Heizsystem eines Gebäudes gibt der Wärmeträger (Wasser oder Dampf) die Wärme an die verschiedenen Heizgeräte und -anlagen (Heizbatterien, Warmlufterzeuger u. a.) ab. Das Prinzipschema der zentralen Wärmeversorgung ist auf Bild 61 angeführt, der Wärmeschaltplan eines Industriekraftwerkes auf Bild 62.

Im System der Fernwärmeversorgung, wo der Wärmeträger Wasser ist, wird der Dampf aus der Kesselanlage in die Turbine geleitet, nach dem Verlassen der Turbine strömt er in die Wärmeaustauscher, in denen das im Netz zirkulierende Wasser erwärmt wird. Das Heißwasser aus den Wärmeaustauschern wird von den Netzpumpen zu den Verbrauchern gefördert und kehrt nach Abgabe eines Teils der Wärme in den Wärmeaustauscher zurück.

Beim System der Stadtbezirksfernheizung wird das im Fernheizwerk erwärmte Wasser mit den Netzpumpen über Rohre zu den Verbrauchern gefördert und kehrt dann nach Abkühlung wieder in das Fernheizwerk zurück.

An die Wärmeversorgungsnetze werden die Heizgeräte des Gebäudeheizungssystems direkt (Schwerkraft-, Pumpenwarmwasserheizung) oder über einen Wärmeaustauscher angeschlossen. Im Wärmeaustauscher, der gewöhnlich im Keller des Gebäudes installiert wird, erwärmt das aus dem Wärmeversorgungsnetz kommende Heißwasser das im Hausheizungssystem zirkulierende Wasser.

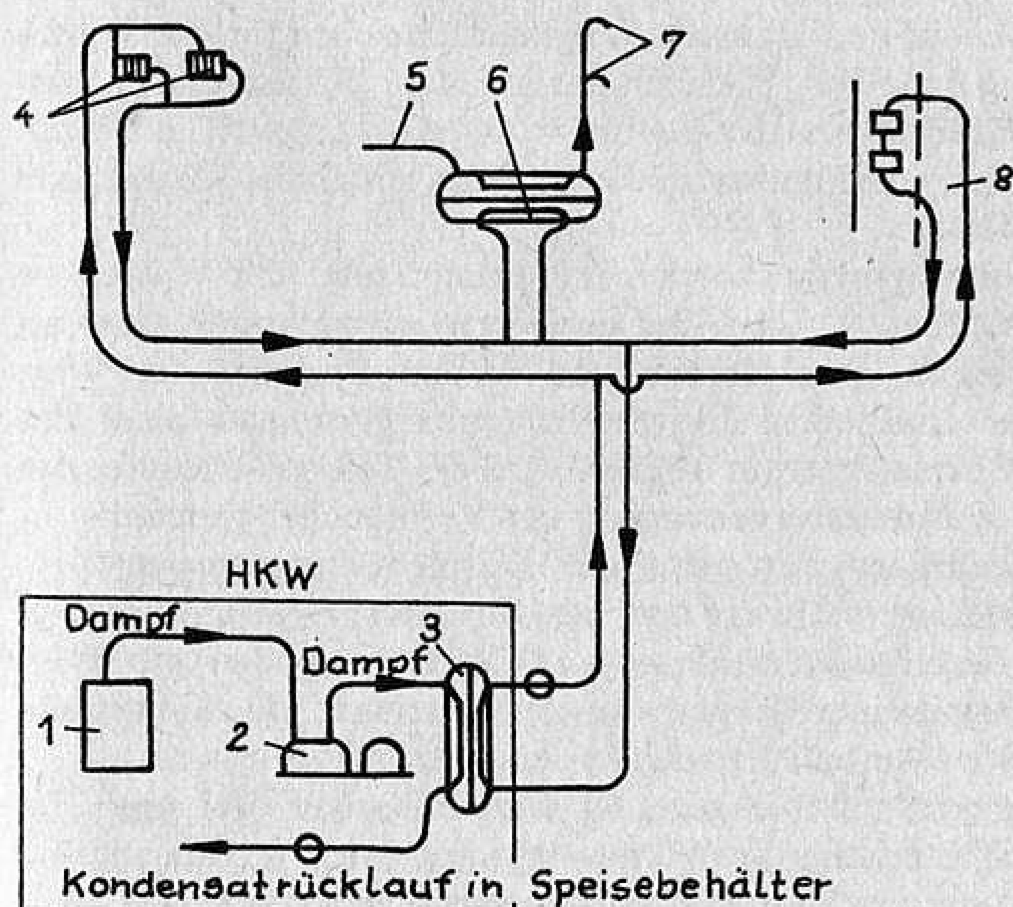


Bild 61: Schema der zentralen Wärmeversorgung (Fernwärmeversorgungssystem)
1 – Kessel; 2 – Turbine; 3 – Kraftwerkswärmeaustauscher; 4 – Heizung: 5 – Wasserleitung; 6 – Verbraucherwärmeaustauscher; 7 – Heißwasserzapfstellen; 8 – Belüftung

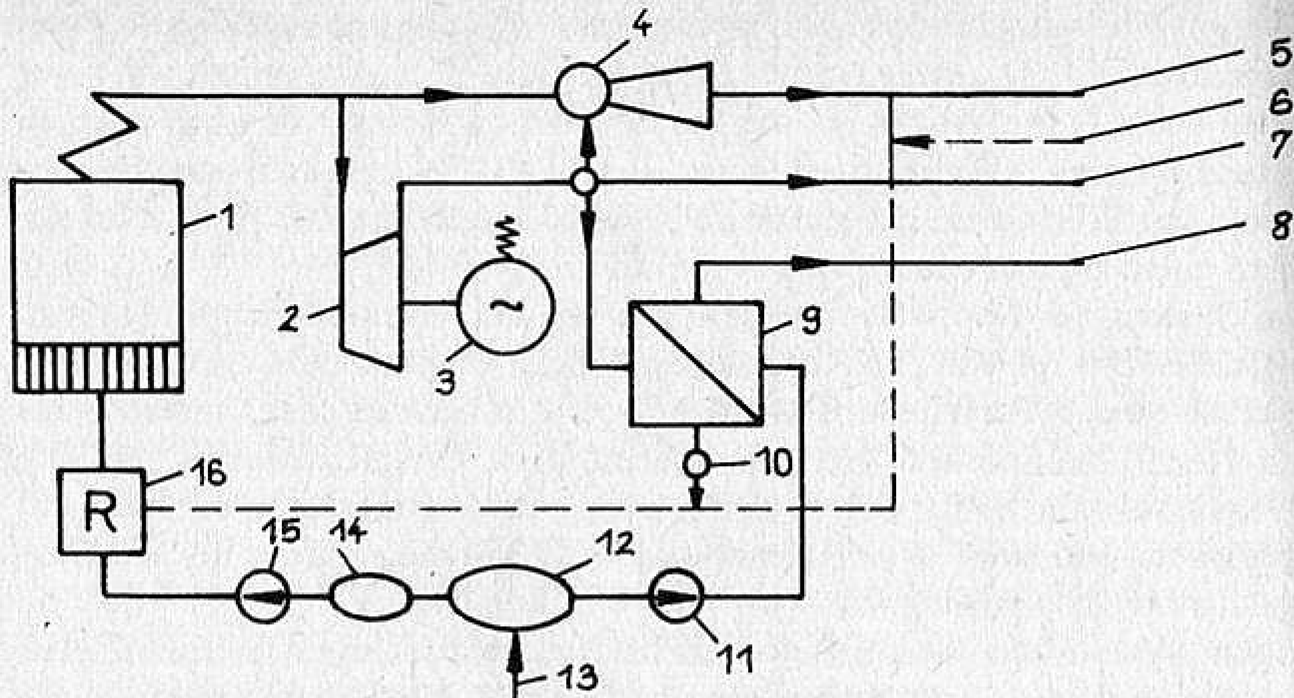


Bild 62: Wärmeschaltplan eines Industriekraftwerkes
1 – Hochdruckdampfkessel; 2 – Gegendruckturbine; 3 – Elektrogenerator; 4 – Dampfverdichter; 5 – Produktionsdampfnetz; 6 – Netz für den Kondensatrücklauf vom Verbraucher; 7 – Heizdampfnetz; 8 – Sekundärdampfnetz; 9 – Dampfumformer; 10 – Kondensatrückspeiser; 11 – Speisepumpe des Dampfumformers; 12 – Vorwärmung des Speisewassers für den Dampfumformer; 13 – Wasserleitung; 14 – chemische Entsalzungsanlage; 15 – Pumpe für die Förderung von Zusatzwasser in die Kessel; 16 – regenerative Speisewasservorwärmung

Außerdem werden in den Häusern Wärmeaustauscher für die Warmwasserversorgung installiert, in denen das aus dem Wärmeversorgungsnetz kommende Heißwasser das Leitungswasser bis auf 60 °C erwärmt. Dieses Wasser wird von Pumpen in die Wohnungen, in die Küchen und Badezimmer, gefördert.

Die Wärmeversorgungsnetze können mit Dampf oder mit Wasser als Wärmeträger betrieben werden. Bei der Verwendung von Wasser als Wärmeträger werden geschlossene und offene Systeme der Wärmeversorgung unterschieden. In geschlossenen Systemen dient das Wasser nur als Wärmeträger, in offenen wird ein Teil des umlaufenden Wassers für die Warmwasserversorgung der Verbraucher genutzt.

Nach der Trassenführung werden die Wärmeversorgungsnetze als Strahlen- (Verästelungs-), Ring- oder als Strahlen-Ringnetze angelegt (Bild 63). Die Strahlenwärmeversorgungsnetze verbinden die Wärmeenergiequellen mit einer Gruppe von Verbrauchern. Sie sind am einfachsten, sowohl im Aufbau als auch in der Nutzung.

Wärmeversorgungsringnetze dagegen sind zuverlässiger. Bei einer Havarie im Strahlennetz kann die Wärmeversorgung der Verbraucher im betroffenen Leitungsabschnitt zeitweilig unterbrochen werden.

In einer Großstadt mit mehreren Wärmeversorgungsquellen sind Ringnetze mit Ringhauptleitungen (Bild 63c) vorzuziehen. Sie ermöglichen bei einer Havarie das Umschalten von Verbrauchern von einem Wärmekraftwerk auf die Versorgung durch ein anderes und die Organisation ihres Parallelbetriebes.

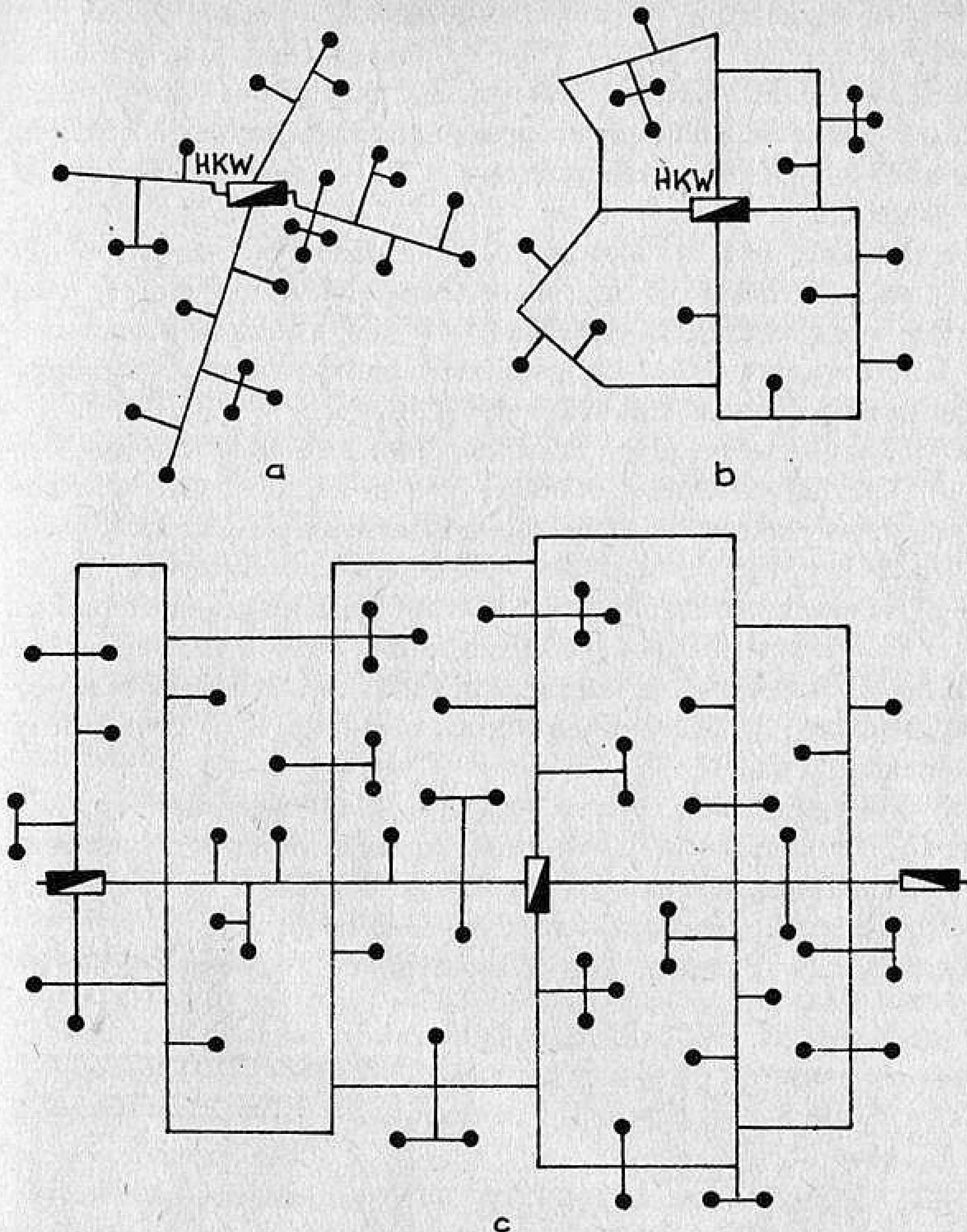


Bild 63: Schema der Trassenführung von Wärmeversorgungsnetzen
a – Strahlennetz; b – Ringnetz; c – Strahlen-Ringnetz

Die Wärmeversorgungsnetze werden entsprechend ihrer Zweckbestimmung und der Nennweite der Rohre in Hauptnetze mit einer Rohrnennweite von 400 mm und darüber, die die Wärme von den Wärmekraftwerken zu den Verbrauchsräumen transportieren, und in Verteilungsnetze (Versorgungsnetze), in denen die Wärme von den Hauptversorgungsleitungen zu den Verbrauchern geliefert wird, eingeteilt. Kleinere Abzweigungen von den Hauptversorgungsleitungen werden in der Regel nicht angelegt.
In den Wärmeversorgungsnetzen wird der Wärmeträger (Wasser, Dampf) unter Druck gefördert. Der Dampfdruck in den Dampfnetzen beträgt 0,7 bis 2,5 MPa. In den Wassernetzen wird abhängig von der Netzausdehnung, dem Geländerelief und den technologischen Erfordernissen der Verbraucher ein Druck von 0,6 bis 1,4 MPa aufrechterhalten.

In den Rohrleitungen der Wärmeversorgungsnetze erreicht die Temperatur des Wassers 150 °C in den Vorlaufleitungen und 70 °C in den Rücklaufleitungen. Um die Wärmeverluste beim Transport des Wärmeträgers zu senken, werden die Rohre mit einer aus unterschiedlichen Materialien, wie Mineralwolle, Asbest, Asbestzement u. a., hergestellten Wärmeisolierung versehen.

Um die Dehnung bei Erwärmung zu kompensieren, werden in die Wärmeversorgungsnetze Ausgleicher (Ausgleichsstopfbuchsen oder U-förmige Ausgleichsbögen) eingebaut bzw. die natürliche Kompensation an den Rohrknicken und -krümmungen genutzt. Wärmeversorgungsleitungen besitzen bewegliche und starre Auflager.

Die Rohrleitungen können im Erdreich (kanallose unterirdische Verlegung), in speziell errichteten Kanälen oder in Sammelkanälen zusammen mit anderen Netzen der technischen Infrastruktur, aber auch an der Erdoberfläche verlegt werden. Die Verlegung der Wärmeversorgungsnetze als Freileitung auf Rohrbrücken und auf Halterungen an Gebäuden ist billiger als die unterirdische Verlegung und in der Wartung einfacher. Deshalb hat sie auf dem Territorium von Industriebetrieben weite Verbreitung gefunden. In diesem Falle werden in der Regel U-förmige Ausgleichsbögen verwendet.

Um bei Verlegung von Wärmeversorgungsleitungen in den Kellergeschossen eine mögliche Überflutung zu vermeiden, werden isolierte technische Leitungsgänge ausgeführt. Einige Varianten der Verlegung von Wärmeversorgungsnetzen werden auf Bild 64 gezeigt.

Ein unerläßliches Element von Wärmeversorgungsnetzen sind die

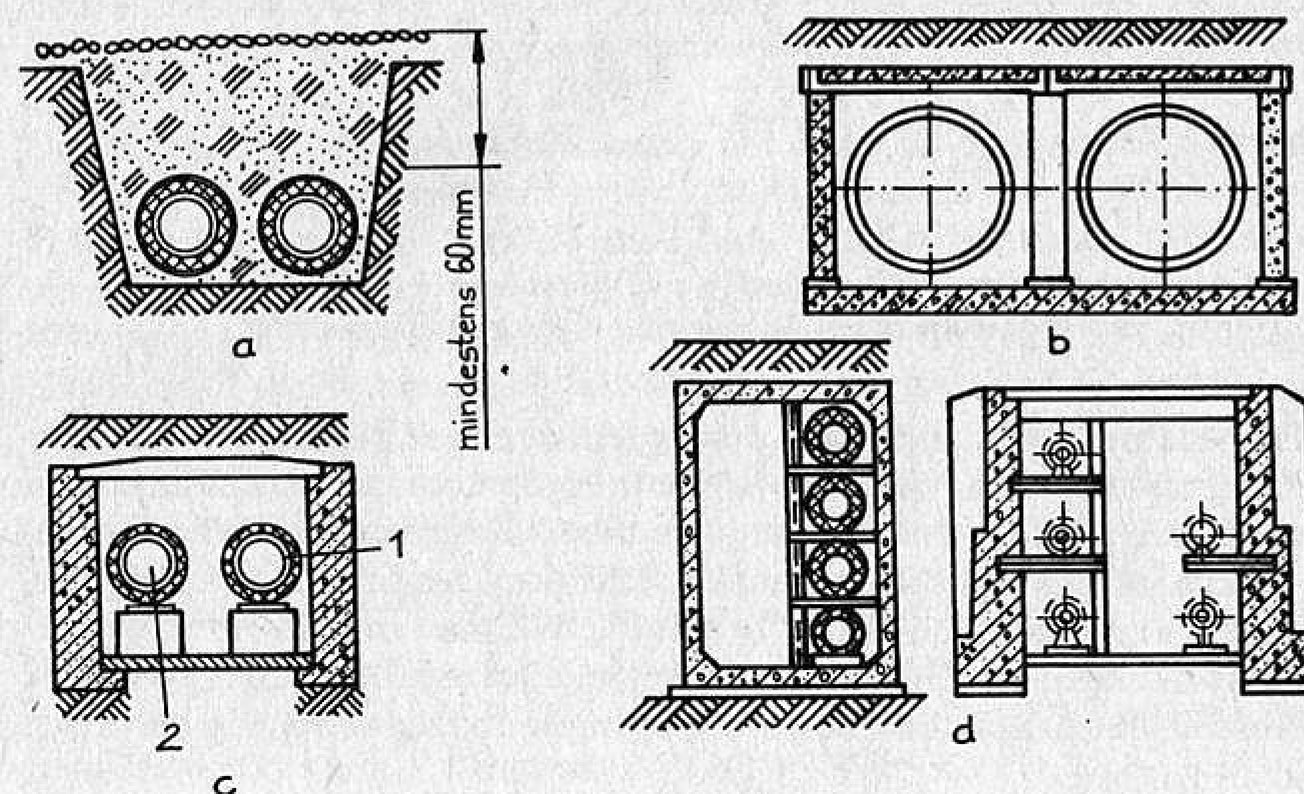


Bild 64: Varianten der Verlegung von Wärmeversorgungsnetzen
a – kanallose Verlegung von Wärmeversorgungsleitungen mit Isolation; b – nichtbegehbarer Kanal für zwei Rohre mit flacher Abdeckung; c – halbbegehbarer Kanal; d – begehbare Kanäle
1 – Vorlaufleitung; 2 – Rücklaufleitung

Kammern, in denen die Absperrschieber, Ausgleicher, Ablaß- und Entlüfungshähne, Festlager usw. angeordnet sind. Eine Besonderheit der Kammern der Fernwärmeversorgung im Unterschied zu den Wasserleitungs-, Kanalisations- u.a. Schächten sind die zwei Luken in der Schachtabdeckung.

6.2. Standhaftigkeit der Wärmeversorgungssysteme und Charakter ihrer möglichen Zerstörungen

In einem Kernwaffenwirkungsherd wird der Charakter der Zerstörungen an Wärmeversorgungssystemen durch den Grad der Beschädigungen und Zerstörungen der Wärmeversorgungsquellen (Wärmekraftwerke, Stadtbezirksheizwerke) und der Wärmeversorgungsnetze bestimmt.
Wärmekraftwerke und Stadtbezirksheizwerke werden gewöhnlich in oberirdischen Bauwerken innerhalb der Stadtbebauung, seltener in der Vorstadt untergebracht. Deshalb sind sie die verwundbarsten Elemente des Wärmeversorgungssystems. Oberirdische Gebäude werden bei relativ geringen Drücken zerstört. Überaus anfällig sind auch die energetische Ausrüstung der Wärmekraftwerke, die Verteilungseinrichtungen, die Kontrollmeßgeräte und die automatischen Steuereinrichtungen.
Standhafter sind die unterirdischen Wärmeversorgungsnetze, besonders die kanallos verlegten. In diesen Netzen sind die Übergänge über Hindernisse, die in Form verschiedener Anlagen über die Erdoberfläche herausragen, Schwachstellen.
Eine Zerstörung von städtischen Sammelkanälen, in denen neben anderen Versorgungsleitungen Rohrleitungen mit heißem Wasser oder Dampf verlegt sind, kann deren Überflutung nach sich ziehen und die Lokalisierung und Behebung von Havarien an anderen städtischen Versorgungsleitungen erschweren.
Zugleich mit den oberirdischen Gebäuden werden auch die Gebäudenetze zerstört, was die Überflutung von Kellern mit heißem Wasser nach sich ziehen und Gefahr für die darin geschützt untergebrachten Menschen heraufbeschwören kann.
Charakteristische Beschädigungen der Rohrleitungen sind Rohrrisse und Beschädigungen an den Verbindungsstellen mit den Armaturen und den Einführungsstellen in Gebäude und Anlagen.

6.3. Instandsetzungsarbeiten an Wärmeversorgungssystemen

In einem Wirkungsherd sind die Instandsetzungsarbeiten an Wärmeversorgungssystemen mit der Behebung von Havarien verbunden, die das Leben der Insassen von Kellern und Schutzbauwerken gefährden oder die Rettungs- und Bergungsarbeiten erschweren. Bei teilweisen Beschädigungen des Wärmeversorgungssystems können Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden, um für die Unterbringung von Obdachlosen hergerichtete Gebäude mit Wärme zu versorgen.

Im modernen Bauwesen werden die Rohre der Wärmeversorgungsleitungen zusammen mit den anderen Netzen in Leitungsgängen innerhalb der Gebäude verlegt. Eingebaute Schutzbauwerke können von ihrer Lage her an Leitungsgänge angrenzen oder sich in der Nähe von Rohrleitungen befinden. Bei einer Beschädigung der Rohrleitungen kann das auslaufende heiße Wasser durch Undichtheiten und Risse, die beim Einsturz des Gebäudes in den Umfassungskonstruktionen entstanden sind, in das Schutzbauwerk eindringen. Um diese Gefährdung zu verhüten, werden bei Herausbildung einer unmittelbaren Gefahr auf besondere Weisung die Absperrschieber in der Vor- und Rücklaufleitung geschlossen.
Für das Betreten des Leitungsganges vom Schutzbauwerk aus werden Ausgänge vorgesehen, während die Decke über dem Leitungsgang unter Berücksichtigung der Trümmerlast des eingestürzten Gebäudes verstärkt wird. Läßt sich der Abschnitt des Wärmeversorgungsnetzes im Leitungsgang nicht absperren, müssen die Absperrschieber in der Hausanschlußstation des Gebäudes geschlossen werden.
Die Gefahr einer Überflutung von freistehenden Schutzbauwerken mit Heißwasser kann entstehen, wenn naheliegende Wärmehauptversorgungsleitungen beschädigt werden. In diesen Fällen werden die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten im Absperren der beschädigten Abschnitte mittels der Absperrschieber bzw. in der Ableitung des Heißwassers vom Schutzbauwerk durch das Aufschütten von provisorischen Dämmen, das Ausheben von Ableitungskanälen oder in der Anwendung anderer Verfahren bestehen.
Die Instandsetzung von teilweise beschädigten Wärmeversorgungsnetzen wird in der Behebung verschiedener Havarien bestehen, von denen Risse oder Beschädigungen der Verbindungsstellen der Rohre, Undichtheiten der Flanschverbindungen sowie Leckschäden an den Einbaustellen der Reglerarmaturen und der Ausgleichsstopfbuchsen charakteristisch sein werden. Vor Arbeitsbeginn sind der beschädigte Abschnitt der Rohrleitung mit den Absperrschiebern abzusperren und der Druck in der Rohrleitung auf Null abzusenken. Varianten für das Verlegen von provisorischen Wärmeversorgungsleitungen sind auf Bild 65 gezeigt.
Die häufigste Art von Schäden an Wärmeversorgungsnetzen ist die äußere Korrosion der Rohrwände. Manchmal treten Fälle einer Beschädigung von Armaturen auf, z. B. Risse des Gehäuses oder Deckels von gußeisernen Absperrschiebern. Zu einer ernsthaften Havarie kann das Abreißen eines Festlagers führen, beispielsweise zum Austritt der Hülse aus dem Gehäuse der Ausgleichsstopfbuchse.
Gefährlich ist das jähe Abkühlen einer Dampfleitung. Das kann zu einer schnellen Kondensation des Dampfes führen und starke hydraulische Rückschläge verursachen. Deshalb müssen Kontrollschächte und Kammern von Wärmeversorgungsnetzen, besonders von Dampfleitungen, wenn sie mit Wasser vollgelaufen sind, schnell leergepumpt werden.
Das unkontrollierte Entweichen des Wärmeträgers aus einem Wärmeversorgungsnetz wird durch den Druckabfall an der Gerätetafel festgestellt. Zur Ermittlung der Austrittszone werden für kurze Zeit nach-

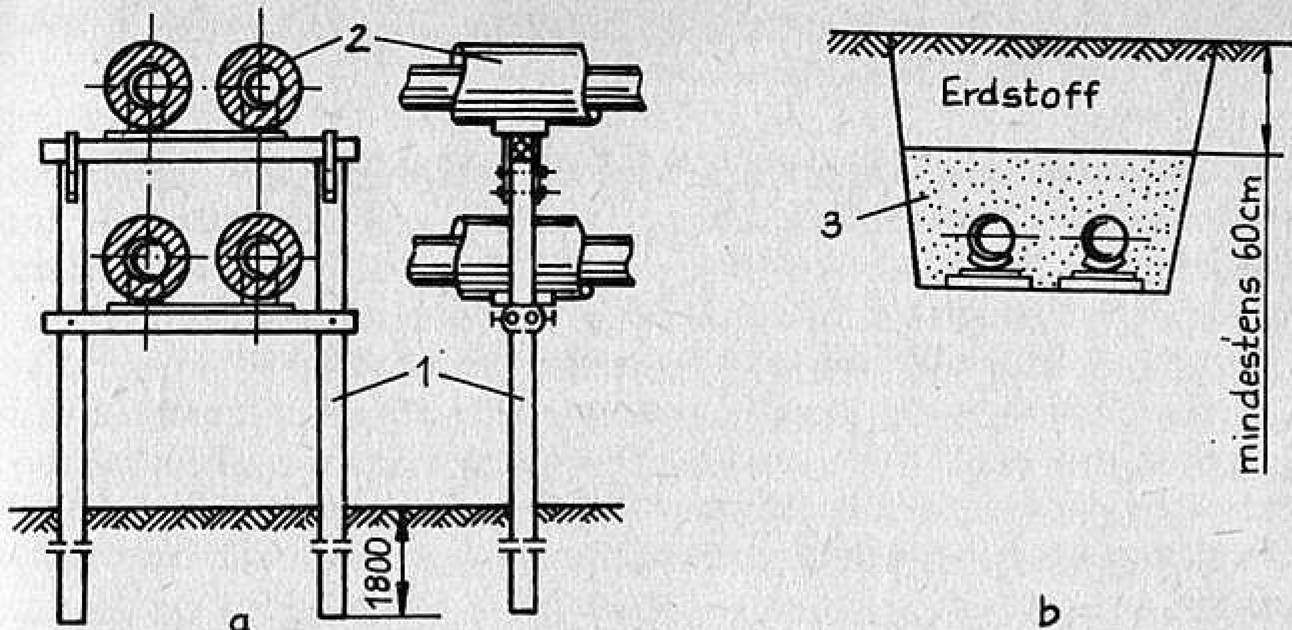


Bild 65: Verlegung von provisorischen Wärmeversorgungsleitungen
a – auf Holzgestellen; b – kanallos
1 – Holzgestelle; 2 – Wärmeisolation; 3 – Torf

einander die Hauptversorgungsleitungen bzw. die Abzweigungen von diesen abgeschaltet. Wenn sich nach der Abschaltung die Zuspeisung verringert und der Druck steigt, heißt das, der Wärmeträger entweicht im abgeschalteten Abschnitt.

Die exakte Ermittlung der Schadstelle in einer unterirdischen, in einem nichtbegehbaren Sammelkanal verlegten Wärmeversorgungsleitung ist unter den Bedingungen einer Stadt mit Asphalt- und Betondecken der Straßen und Plätze bzw. im Winter eine sehr komplizierte Aufgabe, wenn es keine offensichtlichen Anzeichen für die Havarie, z. B. den Austritt von Wasser an die Erdoberfläche, gibt. In diesen Fällen werden die Kammern und Entwässerungsschächte entlang der Trasse der Wärmeversorgungsleitung und die Keller von in der Nähe liegenden Gebäuden kontrolliert. Die weitere Suche erfolgt durch Schürfen. Das Heißwasser kann in Wasserleitungs-, Kanalisations- und Fernmeldeschächte laufen, dann wird aus diesen Dampf austreten. Über der Rißstelle des Rohres kann sich das Erdreich setzen. Im Winter taut im Schadstellenbereich der Schnee.

Bei allen Schäden an Wärmeversorgungsleitungen werden die Arbeiten erst dann begonnen, wenn der Abschnitt völlig abgeschaltet und die Wärmeversorgungsleitung abgekühlt ist.

Eine Wärmeisolierung der instand zu setzenden Wärmeversorgungsnetze erfolgt dann, wenn die Gefahr ihres Einfrierens besteht.

Wenn im Winter die Fenster und verglasten Flächen von Gebäuden zerstört werden, ist das Einfrieren von Heizungsanlagen möglich. Für das Auftauen der Anlagen können neben den herkömmlichen Mitteln das Erwärmen mit Hilfe von fahrbaren Dampfkesseln und das elektrische Erwärmen angewandt werden.

6.4. Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten an Wärmeversorgungsnetzen

Die Instandsetzungsarbeiten an Wärmeversorgungsnetzen mit hohen Parametern der Wärmeträger (Temperatur des Wassers bis 150 °C und des Dampfes bis 300 °C sowie Druck bis 1,6 MPa) sind mit großer Gefahr verbunden. Deshalb sind diese Arbeiten von gut ausgebildeten Formationen unter Anleitung von erfahrenen Spezialisten auszuführen.

Um die Sicherheit des Personalbestandes der Havarieformationen zu gewährleisten und Havarien an den Wärmeversorgungsnetzen vorzubeugen, werden die wichtigsten Arbeiten nach speziellen Arbeitsanweisungen unter Beachtung besonderer Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt.

Zu diesen Arbeiten gehören:

- Abschaltung von in Betrieb befindlichen Wärmeversorgungsleitungen, darunter der Ein- und Ausbau von Blindflanschen und Rohrleitungsverschlüssen;
- Instandsetzung der elektrischen Anlage und Schweißarbeiten in Kammern und Tunneln; gefährliche und andere Arbeiten aller Art in Kammern und Tunneln, wenn darin das Vorhandensein von Gas möglich ist;
- Aufbringen der Wärmeisolationsschicht auf in Betrieb befindliche Wärmeversorgungsleitungen;
- Durchwärmen und Inbetriebnahme von Dampfleitungen;
- Prüfung auf die Berechnungstemperaturen.

Die Instandsetzung von Wärmeversorgungsleitungen in halbbegehbaren Kammern ist nur zulässig, wenn die Rohrleitung von beiden Seiten abgeschaltet ist und die Wärmeträgertemperatur höchstens 80 °C beträgt. Die Lufttemperatur im Kanal darf 50 °C nicht überschreiten. Bei einer Temperatur von 40 bis 50 °C darf jeweils 20 min mit Pausen von mindestens 20 min, in denen die Kammer zu verlassen ist, gearbeitet werden.

Für die Belüftung und Kühlung der Kammern werden tragbare Schilde aufgestellt, eines über der Luke entgegengesetzt der Windrichtung und das andere über der entgegengesetzten Luke in Windrichtung, bzw. es werden tragbare Lüfter eingesetzt.

Das Durchwärmen und die Inbetriebnahme von Dampfleitungen gehören zu den gefährlichsten Arbeiten. Deshalb sind sie mit besonderer Vorsicht auszuführen. Das Wärmeversorgungsnetz wird nur über die Rücklaufleitung mit maximal 70 °C warmem Wasser gefüllt. Für die Beleuchtung der Kanäle werden, wenn keine stationäre Beleuchtung vorhanden ist, Batteriehandleuchten verwendet. Offenes Licht ist verboten.

Die Ausführung von Instandsetzungsarbeiten an unter Druck und Spannung stehenden Anlagen ist nicht gestattet.

In einem besonderen Nachweis müssen alle Kammern enthalten sein, in denen sich eine Gaskonzentration über den maximal zulässigen Werten bilden oder explosive Gemische auftreten können. Arbeiten in diesen Kammern werden unter Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen, die für gasgefüllte Räume festgelegt sind, durchgeführt.

7. Havariearbeiten an beschädigten Gebäuden, Verkehrsanlagen und unterirdischen Kollektoren

Die vorrangigen Arbeiten in einer städtischen Bebauung mit möglichen Massenzerstörungen werden vor allem darauf gerichtet sein, die Sicherheit derjenigen zu gewährleisten, die im Wirkungsherd arbeiten. Dabei wird der Abriß von halbzerstörten, einsturzgefährdeten Gebäuden oder in einigen Fällen deren Abstützung und Aussteifung erforderlich sein. Es kann notwendig werden, daß für die Unterbringung von Obdachlosen oder für die schnelle Inbetriebnahme von einzelnen Anlagen und Aggregaten bzw. Produktionsbereichen besonders wichtiger Industrieobjekte und Anlagen der Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft teilweise zerstörte Gebäude schnell wiederhergestellt werden müssen.
Die schnelle provisorische Wiederherstellung von beschädigten Gebäuden ist mit der Ausführung von Arbeiten zum Abdichten der Fenster- und Türöffnungen, zur Instandsetzung der Dacheindeckung, zur Wiederherstellung der Heizung und Wasserversorgung und zur Verstärkung von teilweise beschädigten tragenden Teilen der Gebäude, wie Wände, Säulen und Decken, verbunden. Diese Arbeiten, die qualifizierte Fachkräfte und einen hohen Materialaufwand erfordern, werden nur bei äußerster Notwendigkeit bzw. nach Abschluß der vorrangigen Rettungs- und Bergungsarbeiten durchgeführt.
Die Instandsetzungsarbeiten an Verkehrsanlagen, Tunneln, Brücken sowie Über- und Unterführungen sind im Zusammenhang damit zu sehen, daß der Verkehr im Wirkungsherd gewährleistet werden muß. Bei starken Beschädigungen oder Zerstörungen von Verkehrsanlagen wird das Anlegen von Umgehungen und das Einrichten von zeitweiligen Übersetzstellen erforderlich.

7.1. Abriß der einsturzgefährdeten Konstruktionen von Gebäuden und Anlagen

Der Abriß von instabilen Konstruktionen teilweise beschädigter Gebäude und Anlagen erfolgt nach verschiedenen Verfahren, abhängig vom Charakter der Beschädigungen, den Bedingungen der Lage in der Umgebung und vom Vorhandensein der entsprechenden Kräfte, Materialien und Vorrichtungen.
Abzureißen sind vertikale Konstruktionen (Wände, Säulen), die erhebliche Beschädigungen aufweisen und deren Verbindung mit der Tragkonstruktion des Gebäudes beeinträchtigt ist, sowie überstehende und herabhängende Gebäudeteile (Platten, Gesimse, Träger, Dachstuhlteile), die kein ausreichendes Auflager besitzen bzw. ungenügend in die Gebäudewände eingebunden sind.

Für Gebäude, die durch Einwirkung der Druckwelle beschädigt worden sind, gelten als charakteristische Anzeichen für die Einsturzgefahr der Konstruktionen das Abweichen der tragenden Wände von der vertikalen Lage, Löcher und durchlaufende Risse in den Wänden und andere Beschädigungen. Gefährlich sind Mauern, die um mehr als ein Drittel ihrer Dicke von der vertikalen Lage abweichen. Bei Gebäuden in Skelettbauweise sind solche Abweichungen gefährlich, wenn die räumlichen Verbindungen infolge der Zerstörung der Bewehrung an den Befestigungs- bzw. Anschlußknotenpunkten der Platten, Träger und Decken unterbrochen sind.

Mit besonderer Sorgfalt müssen Gebäude nach einem Brand untersucht werden. Bei der Beurteilung der Beschädigungen von Steinkonstruktionen ist zu beachten, daß die hohe Temperatur bei einem Brand in den Konstruktionen zu unterschiedlichen Defekten und Schäden führen kann, die bei einer visuellen Untersuchung schwer erkennbar sind. Die längere Einwirkung des Feuers ruft Strukturveränderungen in der Materialschicht hervor, was zum Ablösen und zur Zerstörung der Fugen von Mauerwerk sowie zum Auftreten von Rissen in der Betonschüttung und -schicht usw. führt. Innenwände, Pfeiler, Riegel, Träger und Decken des Gebäudes, auf die das Feuer über die gesamte Oberfläche dieser Elemente einwirkt, verlieren in der Regel ungefähr die Hälfte ihrer Tragfähigkeit. Besonders empfindlich gegenüber Feuer ist Silikatziegelmauerwerk.

Ein Brand ruft häufig die Entstehung von durchgehenden Vertikalrissen in verschiedenen Wandabschnitten hervor, zum Beispiel an den Anschlußstellen der Innen- und Treppenhauswände an die Außenwände, entlang von in den Wänden verlaufenden Lüftungskanälen und an ande-

Tabelle 4:
Charakteristik der Tragfähigkeitsverluste von beschädigten Gebäudeelementen

Charakter der Beschädigung	verbleibende Tragfähigkeit in %
Ziegelwand nach Verlust der monolithischen Einheit infolge Druckwelleneinwirkung	20...25
Ziegelwand, geschwächt durch große Anzahl von Vertikalrissen	50...60
Ziegelpfeiler, geschwächt durch Schrägrisse (maximal einer im Bereich eines Geschosses), bei einem Neigungswinkel der Risse zur Horizontalen von maximal 30°	50...60
wie oben, bei einem Neigungswinkel von etwa 45°	40...50
Ziegelwände, Pfeiler und Säulen mit Durchbiegungen und Neigungen von maximal 1/100 ihrer Höhe	75...80

ren Stellen. Diese Risse, die infolge der unterschiedlichen Verformung der sich ungleichmäßig erhitzenden und abkühlenden Wandabschnitte entstehen, verringern die Gesamtsteife und Widerstandsfähigkeit.
Für Stahlbetonkonstruktionen sind die häufigsten Arten von Beschädigungen, die ihre Tragfähigkeit herabsetzen, das Abplatzen der Betonaußenschicht mit Freilegen der Bewehrung, die Beschädigung und das Reißen der Bewehrung, Risse in der Masse der Konstruktionen usw.
Anhaltswerte für die Verringerung der Tragfähigkeit der Konstruktionen von Gebäuden in Abhängigkeit vom Charakter ihrer Beschädigung sind in Tabelle 4 angeführt.
Eines der effektivsten Verfahren ist das Abreißen der Konstruktionen von Gebäuden durch Sprengen. Auf diesem Gebiet wurden beim Abriß von Gebäuden im Zusammenhang mit der Rekonstruktion von Städten große Erfahrungen gesammelt.
Das Abreißen erfolgt durch Zerstörung der tragenden Elemente der Gebäude oder Verbindungen mit kleinen Sprengladungen.
Der Abriß von nicht sehr hohen Wänden (3 bis 4 Geschosse) kann auch mit Hilfe von Baggern und Kranen vorgenommen werden, deren Ausleger weit auslädt und die mit einer Rammkugel ausgerüstet sind.
Um das Abreißen einzelner Mauerabschnitte zu erleichtern, kann im unteren Teil der Wand auf der Abrißseite eine Horizontalaussparung mit einer Tiefe von maximal $^1/_3$ der Wanddicke herausgebrochen werden.

7.2. Abstützen und Aussteifen beschädigter Teile von Gebäuden

Die einfachste Methode des Abstützens von einzelnen Wandabschnitten ist das Anbringen von seitlichen Stützen in Form von schräg anzusetzenden Holzpfählen oder Metall- und Stahlbetonträgern.
Lotabweichungen und Durchbiegungen der Wände werden mit Hilfe von Spannseilen ausgeglichen. Die gerichteten Wände werden an Querträgern, Unterzügen und Deckenträgern mit Ankern, Seil- und Drahtrödelungen bzw. durch Verschweißen der Einlageelemente befestigt.
Längs- und Querwände, zwischen denen Risse klaffen, werden miteinander durch Bügel mit den in den Wänden verankerten Trägern bzw. Deckenplatten verbunden. Ist eine derartige Aussteifung nicht möglich, können ein- oder zweiseitige Verstrebungen aus Metall eingesetzt werden, die an festen Teilen des Gebäudes oder an Widerlagern im Erdreich zu befestigen sind.
Das Abstützen von durchgebogenen oder durchhängenden Decken in Räumen erfolgt durch Einsetzen von zusätzlichen Stützen in Form von Holz- oder Metallstempeln mit Holz- bzw. Metallunterlagen in der Mitte der Stützweite.
In Gebäuden mit starrem Skelett werden verschobene, aus dem Lot abweichende oder ausgeknickte Elemente (Wandplatten, Träger, Unterzüge usw.) mit Drahtrödelungen oder Zugvorrichtungen (Winden, Flaschenzüge) an die Stützen herangezogen und mit diesen durch Metallbügel oder durch Verschweißen der Bewehrungen verbunden.

7.3. Provisorische Wiederherstellung von teilweise beschädigten Gebäuden und Anlagen

Die Notwendigkeit einer zeitweiligen Wiederherstellung von teilweise beschädigten Gebäuden und Anlagen kann sich im Verlaufe der Rettungs-, Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten in einem Wirkungsherd zur Unterbringung von Obdachlosen bei Kälte und Witterungsunbilden, zur Unterbringung von Verletzten und medizinischen Formationen, die Geschädigten spezialisierte medizinische Hilfe leisten, und für andere analoge Zwecke ergeben.
Es können auch vorrangige Arbeiten zur Wiederherstellung einzelner Komplexe, Aggregate und Anlagen der Wasserpumpwerke, der Kraftwerke, Heizkomplexe und anderer wichtiger Gebäude und Anlagen durchgeführt werden.
Die Arbeiten zur provisorischen Wiederherstellung einzelner beschädigter Abschnitte der tragenden Teile von Gebäuden, wie der Fundamente, der Wände und des Skeletts, schließen die Verstärkung ihrer Tragfähigkeit bzw. die Instandsetzung des Ziegelmauerwerkes, das Verschließen von Löchern und Rissen und die Behebung anderer Schäden ein. Nach dem Abpumpen des Wassers und der Behebung von Havarien an naheliegenden Wasserversorgungsnetzen werden Bombentrichter in der Nähe von Gebäuden mit Erdreich zugeschüttet, um die Überflutung von Kellerräumen oder das Unterspülen der Fundamente zu verhüten.
Bei einer Zerstörung von beträchtlichen Abschnitten des Fundamentes (mit einer Länge von 1,5 bis 2m) sowie bei einem Schaden an der Gründung unter der Fundamentsohle ist der aufliegende Wandabschnitt durch das Einsetzen von provisorischen Unterstützungen unter die Deckenplatten und -unterzüge bzw. Metallträger, die mit dem unbeschädigten Teil des Fundamentes verbunden sein müssen, zu entlasten.
Die Treppen und Treppenhäuser sind der stabilste und standsicherste Teil eines Gebäudes. Jedoch sind bei einer Erschütterung des Gebäudes infolge der Einwirkung der Druckwelle bzw. bei einer teilweisen Zerstörung durch die Detonation einer Bombe Beschädigungen der Treppen in Form von Verschiebungen der einzelnen Treppenläufe, Stufen, Absätze und Treppenlaufträger oder deren Einsturz möglich.
Schäden an Dächern und Dacheindeckungen von beschädigten Gebäuden werden in erster Linie zum Schutz der Innenräume vor atmosphärischen Niederschlägen behoben. Wenn die Druckwelle in den Bodenraum eines Daches mit Sparrenkonstruktion eindringt, können die Sparren, Streben und Stützen verschoben und deren Verbindungen gelöst sowie die Dacheindeckung lokal oder insgesamt beschädigt werden (Löcher, Abreißen der Metallplatten, Abreißen der Dachpappebahnen usw.).
Belüftete und unbelüftete Einschalenflachdächer von Gebäuden sind im Vergleich zu Sparrendächern widerstandsfähiger gegenüber Beschädigungen.
Abhängig vom Charakter und von den Ausmaßen des Schadens erfolgt die Verstärkung bzw. Instandsetzung der tragenden Teile der Dächer durch Anbringen von Holzverschwertungen an den beschädigten Stellen

der Sparren und durch das Einsetzen von Hilfsstützen und -streben zur Verstärkung der Sparren oder Platten der Dacheindeckung.
Die anfälligsten Elemente von Gebäuden sind die Lichtdurchlaßöffnungen, die Verglasung. Bei der provisorischen Wiederherstellung von Gebäuden können die Glasscheiben durch Polyethylen-, Polyvinylchlorid- und andere transparente Folien, darunter auch armierte, ersetzt werden. Die Folien werden in Rollen mit einer Breite von 1,0 bis 1,5 m und einer Länge bis zu 50 m hergestellt. Die Bahnen können zusammengenäht oder geklebt werden.
Gegenwärtig haben in der Volkswirtschaft schnellerrichtbare, aufblasbare (pneumatische) Tragluftkonstruktionen sowie Fertigteilhäuser verschiedener Typen, die in Betrieben der Bauindustrie hergestellt werden, breite Anwendung gefunden. Der Einsatz solcher Gebäude und Konstruktionen sowie der strukturmäßigen Mittel, der Zelte, kann die arbeitsintensiven Arbeiten zur Wiederherstellung von beschädigten Gebäuden in einem Wirkungsherd zur Unterbringung von Obdachlosen ersetzen bzw. deren Umfang in beträchtlichem Maße senken.

7.4. Sammelkanäle für unterirdische Versorgungsleitungen

Das System der kommunalen und Energieversorgungswirtschaft ist eng mit den künstlichen Anlagen auf den Straßen und Plätzen der Stadt verbunden. Die ständige Entwicklung der Städte stellt hohe Forderungen an das Fernverkehrs- und Stadtstraßennetz hinsichtlich der Gewährleistung des Schnellverkehrs der Verkehrsmittel und der maximalen Sicherheit der Fußgänger sowohl innerhalb als auch außerhalb der Stadt. Zu diesem Zweck werden in den Städten die vorhandenen Straßen, Brücken, Tunnel, Unterführungen und andere Verkehrsbauten rekonstruiert und neue gebaut. Gleichzeit damit ergab sich im Zusammenhang mit der stürmischen Entwicklung des zivilen und des Wohnungsbaues die dringende Notwendigkeit, die kommunalen und Energieversorgungsnetze rationell und ökonomisch zu verlegen. In den letzten Jahren hat das Verfahren der gemeinsamen Verlegung von Druck- und Gefällerohrleitungen weite Verbreitung gefunden.
Immer häufiger findet in die Praxis des Bauens der städtischen Ingenieurnetze die gemeinsame Verlegung von Rohrleitungen und Kabeln in begehbaren unterirdischen Kanälen, Straßen- und Häuserblockkollektoren Eingang. Die Netze und Anlagen des kommunalen und Energieversorgungssystems werden gegenwärtig durch unterirdische komplexe Anlagen, durch verschiedenartige Sammelkanäle und Tunnel ergänzt. In den Kollektoren werden gewöhnlich die Rohrleitungen der Wasserversorgung, der Kanalisation und des Wärmeversorgungsnetzes, die Kabel der Hoch- und Niederspannungsnetze sowie die Fernsprechkabel untergebracht. Ein Typ eines gemeinsamen Sammelkanals ist auf Bild 66 dargestellt. Seine Abmessungen gewährleisten den freien Zugang des Wartungspersonals. Im Inneren sind Beleuchtung, Belüftung sowie Signal- und andere Einrichtungen vorhanden, die für den normalen Be-

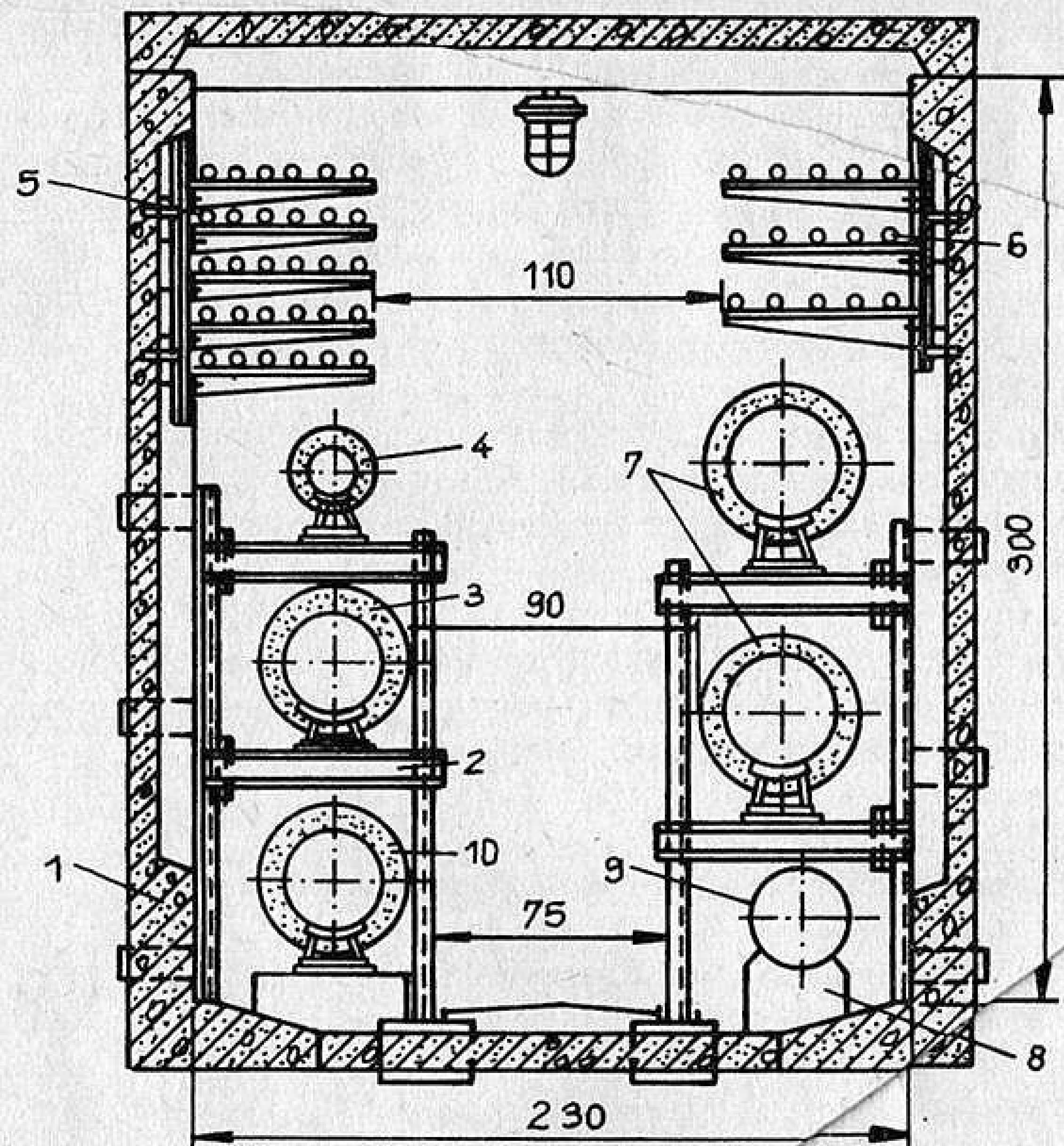


Bild 66: Anordnung von Versorgungsleitungen in einem begehbaren Kollektor
1 – Stahlbetonplatte; 2 – Auflager; 3 – Heizungsleitung (Rücklauf); 4 – Kondensatleitung; 5 – Fernmeldekabel; 6 – Starkstromkabel; 7 – Dampfleitungen; 8 – Auflager; 9 – Wasserleitung; 10 – Heizungsleitung (Vorlauf)

trieb benötigt werden. In einer Reihe von Fällen wird im Fundament des Sammelkanals ein Wasserabfluß bzw. eine Drainage vorgesehen. Gasleitungen dürfen in Kollektoren nur dann verlegt werden, wenn eine ständig in Betrieb befindliche Zwangsbelüftungsanlage vorhanden ist.
Die Rohre werden im Kollektor in einer bestimmten Weise angeordnet. Die Heizungsleitungen werden in der vertikalen Ebene so angeordnet, daß sich die Rücklaufleitung über der Vorlaufleitung befindet. Auf der gleichen Seite werden über den Wärmeversorgungsleitungen die Schwachstromkabel verlegt. Die Rohrleitungen der Wasserversorgung und der Druckkanalisation werden auf der anderen Seite des Kollektors im unteren Teil untergebracht. Darüber befinden sich die Starkstromkabel. Die Rohrleitungen und Kabel werden auf Auflagern oder Halterungen verlegt.
Beim Verlegen der Rohrleitungen werden verschiedene Abschalteinrichtungen (Absperrschieber, hydraulisch betätigte Absperrvorrichtungen usw.) vorgesehen. In den Sammelkanälen wird eine gleichbleibende

Temperatur von maximal 35 °C aufrechterhalten. Dazu werden im Sammelkanal in einem Abstand von etwa 600 m Belüftungskammern mit einer Zwangsbelüftungsanlage ausgeführt. Jeder Belüftungsabschnitt wird durch eine Zwischenwand mit hermetisch schließender Tür abgetrennt.

7.5. Brücken, Verkehrstunnel und unterirdische Unterführungen

Je nach der Zweckbestimmung werden die Brücken in Eisenbahnbrücken, Straßenbrücken, Stadtbrücken sowie Brücken zur Führung von Wasserstraßen (Kanalbrücken) und für Zwecke der Wasserversorgung (Aquädukte) eingeteilt. Es gibt auch kombinierte Brücken, bei denen Eisenbahn und Straße auf einem Brückenüberbau untergebracht werden.
Die einfachste Art des Brückenüberbaues sind Holz-, Stahlbeton- oder Metallträger, auf denen die Fahrbahn der Brücke als durchgehender Belag aus Querbalken, Kanthölzern oder Bohlen usw. verlegt wird.
Für kleine Holzbrücken beträgt die Länge der Streckbalken 5 bis 6 m. Sie werden auf im Abstand von 1 bis 1,5 m stehende Stützpfeiler verlegt. Die Stützen solcher Brücken können Pfähle, Rahmenstützen oder mit Steinen gefüllte Hohlpfeiler sein. Als Brückenüberbau für große Stützweiten werden Fachwerkträger, Bogenträger und andere tragende Konstruktionen aus Metall, Stahlbeton, Beton, Stein oder Holz verwendet.
Als Stützen für Metall-, Stahlbeton- und Steinbrücken über Wasserhindernisse dienen Stahlbetonpfähle, Pfeiler aus Bruchsteinmauerwerk, Beton oder Stahlbeton, während als Stützen für Verkehrsbrücken gewöhnlich Metall-, Beton- bzw. Stahlbetonsäulen eingesetzt werden.
Hängebrücken werden dann errichtet, wenn wegen der Baubedingungen (z. B. große Höhe der Brücke in Gebirgsgegenden) oder aus anderen technischen bzw. architektonischen Erwägungen die Errichtung von Brückenzwischenstützen unzweckmäßig ist. Bei den Hängebrücken sind die tragenden Elemente Kabel, Metallbänder oder Ketten, die über Pylone gespannt werden. An ihnen wird mit Hängern der Versteifungsträger befestigt, auf dem die Brückenfahrbahn verlegt wird.
An Kreuzungsstellen von Straßen mit Schluchten, Bächen und kleinen Flüssen werden oft Durchlässe errichtet. Abhängig von der Straßenklasse und den vorhandenen Materialien können die Durchlässe aus Holz, Stein, Beton und Stahlbeton gefertigt werden sowie verschiedene Querschnittsformen (rund, dreieckig, rechteckig, trapezförmig oder eiförmig) und Abmessungen von 1 bis 5 m besitzen.

7.6. Standhaftigkeit von unterirdischen Verbindungs- und Verkehrsanlagen

Die Druckwelle einer Kernwaffendetonation kann in erheblichen Entfernungen vom Detonationsort nicht nur oberirdische Verkehrsanlagen (Brücken, Rohrbrücken u. a.), sondern auch unterirdische Sammelkanäle

und Unterführungen vollständig zerstören bzw. ernsthaft beschädigen. Durch die Lichtstrahlung können hauptsächlich oberirdische, aus Holzkonstruktionen gefertigte Anlagen in Mitleidenschaft gezogen werden. Die tragenden Elemente von unterirdischen Straßenunterführungen, die für eine Belastung durch Straßen- oder Schienenfahrzeuge ausgelegt sind, können einen relativ hohen Überdruck der Druckwelle aushalten. Die Einwirkung einer Druckwelle mit einem Überdruck, der diese Werte überschreitet, kann zu einer Verschiebung der Deckenplatten und Riegel, zu einer Beschädigung offener Flächen und Säulen und sogar zur Zerstörung der tragenden und Umfassungskonstruktionen von Kollektoren führen.

Die Beschädigung von Kollektoren kann den Ausfall der in ihnen verlegten Versorgungsleitungen bewirken und Havarien verursachen. In diesem Falle stellen Dampf- und Heizleitungen mit heißem Wasser und Dampf sowie Gasleitungen die größte Gefahr dar.

Kollektoren mit rundem Querschnitt, die in geschlossener Bauweise und manchmal in beträchtlicher Tiefe angelegt werden, sind widerstandsfähiger als Kollektoren mit rechteckigem Querschnitt aus Stahlbetonmontagekonstruktionen, die in offener Bauweise errichtet werden. Die Beschädigung derartiger Anlagen ist nur in der Nähe des Detonationszentrums wahrscheinlich.

Auf den Charakter einer Zerstörung von Brückenkonstruktionen wird sehr stark die Wirkungsrichtung der Druckwelle Einfluß nehmen. Eine seitlich wirkende Druckwelle ist für Brücken, besonders für jene, deren Überbau in Form von Holz- oder Metallfachwerkträgern, die einen großen aerodynamischen Widerstand schaffen, ausgeführt ist, am gefährlichsten. Die Tragwerke der Brücke können von den Zwischenunterstützungen und Widerlagern abgehoben werden.

Stahlbetonbalkenbrücken sind eine widerstandsfähige und stabile Konstruktion. Am anfälligsten sind bei diesen Brücken, wenn die Druckwelle seitlich angreift, die Auflagestellen der Brückenfelder auf den Zwischenunterstützungen. Selbst bei geringer Verschiebung des Brückenüberbaues kann die Brücke praktisch ihre Tragfähigkeit verlieren, obwohl es nicht zum Einsturz des Brückenüberbaues kommt.

Die Widerstandsfähigkeit von Brücken hängt auch von den zugrunde gelegten Lastannahmen, der Brückenüberbaukonstruktion (Fachwerke, Bögen, Balken), der Form der Verbindungen, der räumlichen Gesamtsteife und weiteren Faktoren ab.

Einen anderen Charakter tragen Beschädigungen und Zerstörungen von Straßenbrückenbauwerken durch Sprengmunition.

Bei Bombenvolltreffern tragen große Brückenbauwerke meistens lokale Schäden davon, die sich relativ leicht beheben lassen. Mittlere und kleine Brückenbauwerke können zerstört werden. Wie die Erfahrungen des Großen Vaterländischen Krieges zeigen, wurden Brücken hauptsächlich durch das Zünden von starken Sprengladungen, die in speziellen, sogenannten Sprengkammern in den Stützpfeilern oder an anderen verwundbaren Stellen des Bauwerkes angebracht waren, unbrauchbar gemacht.

In der Fahrbahn von Straßen bilden sich durch Detonationen von Bomben Trichter mit einer Tiefe von mitunter mehreren Metern und einem Durchmesser von 10 bis 15 m. Unter Stadtbedingungen, wo unter den Straßen zahlreiche Versorgungsleitungen verlegt sind, kann die Wiederherstellung des Straßenkörpers erhebliche Arbeiten und längere Zeit erfordern. Deshalb müssen die Ingenieurformationen der Zivilverteidigung (darunter die Abteilungen zur Sicherstellung der Bewegung) in der Lage sein, schnell zeitweilige Straßenbrückenbauwerke zu errichten, Umgehungen anzulegen und Schäden zu beheben.

7.7. Instandsetzungsarbeiten an unterirdischen Versorgungsleitungen und Verkehrsanlagen

Die Instandsetzungsarbeiten an Sammelkanälen werden dadurch erleichtert, daß Trennwände, die im Kollektor nach jeweils 500 bis 600 m zu errichten sind, Abschaltvorrichtungen und Kontrollschächte vorhanden sind. Dadurch können schnell eine Havarie lokalisiert und abschnittsweise bei Bedarf die unaufschiebbaren Arbeiten durchgeführt werden.
Für die Wiederherstellung von Verkehrsanlagen, selbst von solchen, die relativ geringfügig beschädigt wurden, ist beträchtliche Zeit erforderlich. Deshalb muß, wie bereits gesagt wurde, jeder Verkehrsknoten, besonders an großen Transitstrecken, niveaugleiche Umgehungen besitzen und möglichst dubliert werden.
Umfang und Charaker der Instandsetzungsarbeiten an großen Verkehrsanlagen werden von deren Konstruktion, dem Grad ihrer Beschädigung, den vorhandenen Kräften und Mitteln für die Ausführung der Arbeiten und von einer Reihe anderer Umstände abhängen. Solche Arbeiten müssen von Formationen ausgeführt werden, die unter Beachtung ihrer Spezifik ausgebildet und ausgerüstet sind (Brückenbauzüge oder -abteilungen bzw. andere Bau- und Montageorganisationen, die im Frieden derartige Anlagen bauen und unterhalten). Betrachten wir einige Arten der Instandsetzungsarbeiten an relativ kleinen Anlagen.
Zur Sicherstellung der zeitweiligen Umgehung einer beschädigten Verkehrsanlage sind, möglicherweise entlang der Umgehungsstraße einige Arbeiten auszuführen, z. B. das Beseitigen von Trümmern, das Anlegen von Überfahrten über Straßenbahngleise usw. Es muß auch beachtet werden, daß über Brücken und Überführungen häufig Versorgungsleitungen der kommunalen und Energiewirtschaft, Wasserzubringer-, Gas- und Wärmeversorgungsleitungen, Starkstrom- und Fernmeldekabel, verlegt sind. Bei einer Beschädigung der Verkehrsanlage können diese Versorgungsleitungen ebenfalls beschädigt oder zerstört werden.
Als sehr gefährliche Deformation sind Querrisse in einzelnen Elementen von Metall- und Stahlbetonbrückentragwerken anzusehen. Bei einer Untersuchung ist es wichtig, die möglichen Stellen des Auftretens von Rissen, die hauptsächlich infolge einer Überbeanspruchung entstehen, zu kennen. Bei genieteten und geschweißten Brückentragwerken sind Risse vor allem in den druck- und zugbeanspruchten Elementen an deren

Befestigungsstellen bzw. an den Nähten, an den Auflagestellen der Längsträger auf den Querträgern sowie an den Stellen der Längsverbindungen der Brückenhauptträger zu erwarten. Wenn sich Elemente der Brückentragwerke verziehen, entstehen zusätzliche Spannungen oder die Knickfestigkeit verringert sich.

Bei Brückenüberbauten aus Stahlbeton und Stein muß zur Beurteilung der Gefährlichkeit von Rissen nicht nur berücksichtigt werden, wie weit die Risse auseinanderklaffen, sondern auch, wo diese liegen und in welchem Allgemeinzustand sich die Konstruktion befindet.

Äußere Anzeichen der gefährlichen Entwicklung von Rissen sind Abspaltungen an den Rißstellen, freiliegende Bewehrung, Betonabsplitterungen und die Entstehung von Hohlräumen. Eine besondere Gefahr stellen Risse und Absplitterungen in der druckbeanspruchten Zone von Stahlbetonkonstruktionen dar. Stellen, an denen mit größter Wahrscheinlichkeit Risse auftreten können, sind die Auflageplatten, die Mitte der Träger, die Zuganker und die Aufhängungen sowie die Bögen der Gewölbe.

Gefährliche Beschädigungen von Holzbrücken können entstehen, wenn sich Längsrisse in der Nähe von Ausklinkungen oder geschwächten Querschnitten sowie an den Stößen bilden. Diese Risse in Holzelementen können zur Zerstörung der Knoten oder Stoßverbindungen von Brückenkonstruktionen führen, wodurch sich die Tragfähigkeit der Brücke verringert.

Bei Holzbalkenbrücken sind die wahrscheinlichsten Beschädigungen Risse in der Mitte der Tragbalken, die Entstehung großer Spiele an den Stellen der Ausklinkungen und das Lockerwerden der Schraubverbindungen.

Hauptursachen für den Verlust der Tragfähigkeit von massiven Stützpfeilern können Risse, Zerstörungen des Mauerwerkverbandes, Setzungserscheinungen, Verschiebungen und Neigungen sein.

Risse im oberen Teil der Stützpfeiler zeugen von der Einwirkung erhöhter Belastungen. Infolge des Setzens der Stützpfeiler können vertikale oder horizontale Risse über den gesamten Körper des Stützpfeilers entstehen. Anzeichen für eine Zerstörung des Mauerwerkverbandes sind Risse in den Fugen sowie in den Natur- bzw. Ziegelsteinen des Mauerwerkes. Bei Holzstützpfeilern können außer Rissen verschiedene Arten anderer Deformationen, wie vertikale Setzung, Neigung und Verwindung, festgestellt werden. Unter dem Einfluß einer ungleichmäßigen Setzung der Stützpfeiler kann es zu einer Vergrößerung der Neigung oder Verwindung der Stützpfeiler, verbunden mit dem vollständigen Verlust der Tragfähigkeit der Brücke, kommen.

Bei der Beurteilung des Grades der Zerstörung bzw. Beschädigung einer Brücke muß in erster Linie die verbliebene Tragfähigkeit festgestellt werden. Mittlere Zerstörungen von Brücken sind durch einen teilweisen Verlust der Tragfähigkeit infolge der Beschädigung von Stützpfeilern, Tragwerken und andere Elemete gekennzeichnet, die in diesem oder jenem Maße instandgesetzt oder verstärkt werden können. In Einzelfällen ist über derartige Brücken bis zum Beginn der Wiederherstellungsarbeiten

nur der Fußgängerverkehr von einzelnen Gruppen oder kleinen Kolonnen zulässig. Die Verstärkung der Tragwerke und Stützpfeiler ist eine komplizierte und arbeitsintensive Arbeit.
Es existieren verschiedene Verfahren zur Verstärkung der Tragwerke von Brücken. Geschwächte Metallträger werden verstärkt, indem ihr Querschnitt durch das Anschweißen von Band- oder Profilstahl vergrößert wird. Geschwächte Stellen können durch zusätzliche Fachwerkträger oder Balken verstärkt werden, um auf diese einen Teil der Last zu übertragen oder zusätzliche Elemente des Tragwerkes (Querträger, Verstrebungen usw.) einzusetzen. Bei großen Stützweiten können zur Verstärkung unter die Träger bzw. Fachwerkträger zusätzliche provisorische Unterstützungen gesetzt werden. Die Instandsetzung von Holzbrücken besteht hauptsächlich im Auswechseln der beschädigten Elemente und in der Behebung der Schäden an den Verbindungsstellen. Bei Rissen in den Längsträgern können Metallspannschrauben und -bügel angebracht werden. Das Auswechseln einzelner Elemente der Brücke muß nach Entlastung des auszuwechselnden Teils mit Hilfe von Winden oder Stempeln durchgeführt werden. Beschädigte Brückentragwerke können in einzelnen Abschnitten mit Hilfe eines Autodrehkranes durch ein Pakettragwerk ersetzt werden. Beschädigte Träger von Stahlbetonbrücken können dadurch verstärkt werden, daß provisorische Rahmenstützen oder Unterstützungen aus Schwellenstapeln untergesetzt werden.
Bei einer Beschädigung von kleinen, in Form eines Bogens oder Gewölbes ausgeführten Steinbrücken können Stahlbetonplatten oder ein starrer Holzbelag an Trägern, die das gesamte oder einen Teil des Gewölbes entlasten, aufgelegt werden.
Die Instandsetzung von ernsthaft beschädigten massiven Pfeilern kann erhebliche Zeit erfordern. Sie besteht hauptsächlich im Ausfüllen der entstandenen Risse bzw. in der Verstärkung der Pfeiler bei großen Abplatzungen bzw. bei einer Zerstörung des Mauerwerkverbandes. Das Ausfüllen der Risse geschieht durch Torkretierung von Zementmörtel in die entstandenen Risse.
Bei Instandsetzungsarbeiten an einem Bauwerk sind die erhaltengebliebenen Konstruktionen und Elemente maximal zu nutzen. Fehlende Konstruktionen sind unter Ausnutzung der örtlichen Möglichkeiten herzustellen. Meistens wird Holz verwendet. Während des Großen Vaterländischen Krieges wurden Tausende von Brücken und andere Anlagen an Eisenbahnstrecken und Straßen in wenigen Stunden und Tagen unter Einsatz von Holzkonstruktionen wiederhergestellt.
Brückenunterstützungen werden überwiegend aus Rahmen- oder Balkenkonstruktionen, manchmal als mit Steinen ausgefüllte Holzpfeiler (Bild 67) und aus Schwellenstapeln (Bild 68) errichtet. Diese Konstruktionen werden abhängig vom Grad der Ausrüstung und von den konkreten Möglichkeiten aus verschiedenen Montageteilen zusammengesetzt. Das können stabförmige Elemente, wie Stiele, Streben, Dübel, horizontale und vertikale Riegel, flächenhafte, in Form von starren, einzeln gefertigten Rahmen und räumliche Blöcke sein, die aus starr miteinander verbundenen Rahmen zusammengesetzt werden.

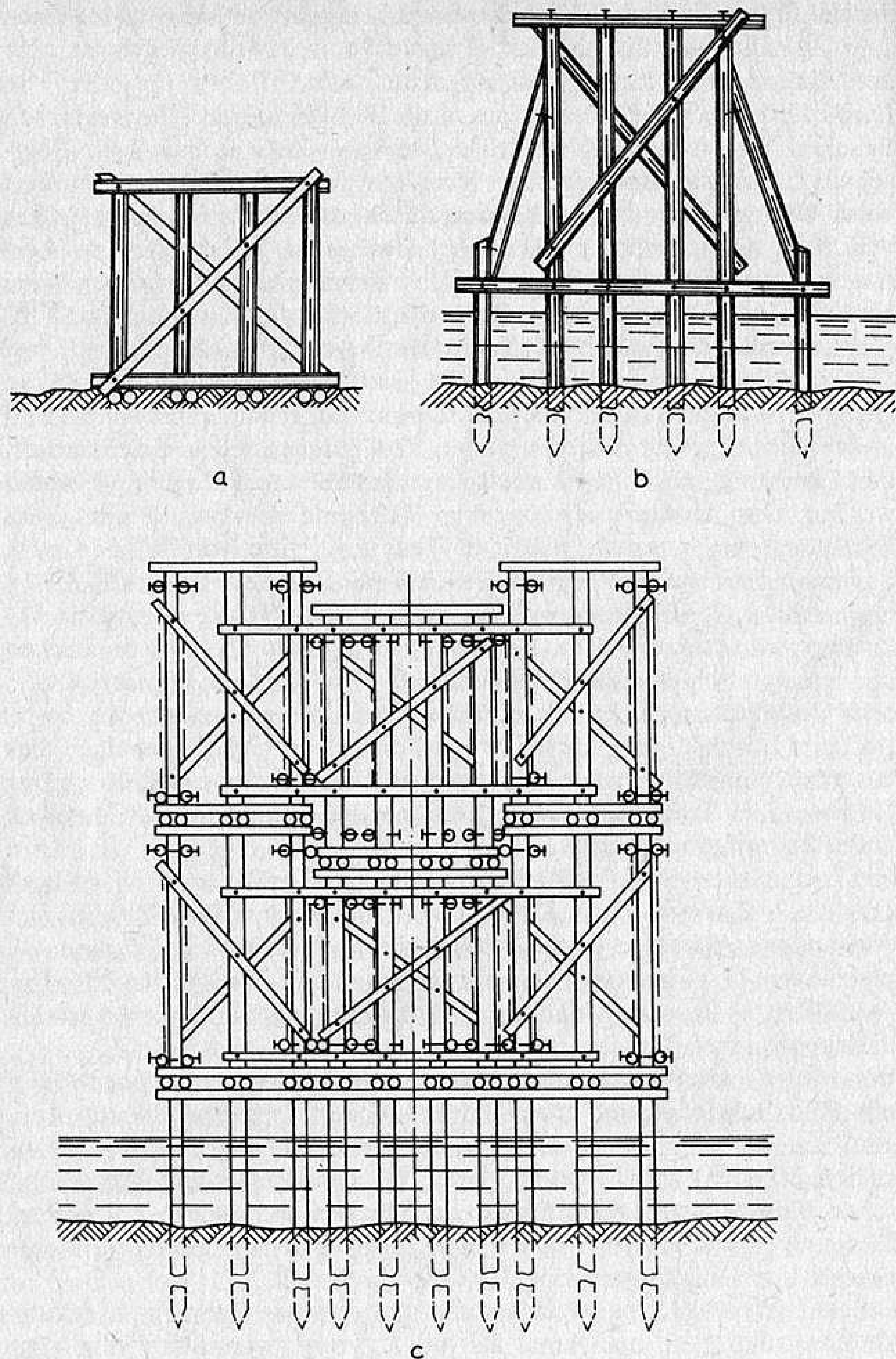


Bild 67: Rahmenstützen und Pfahljoche für Brücken
a – Rahmenstütze; b, c – Pfahljoche

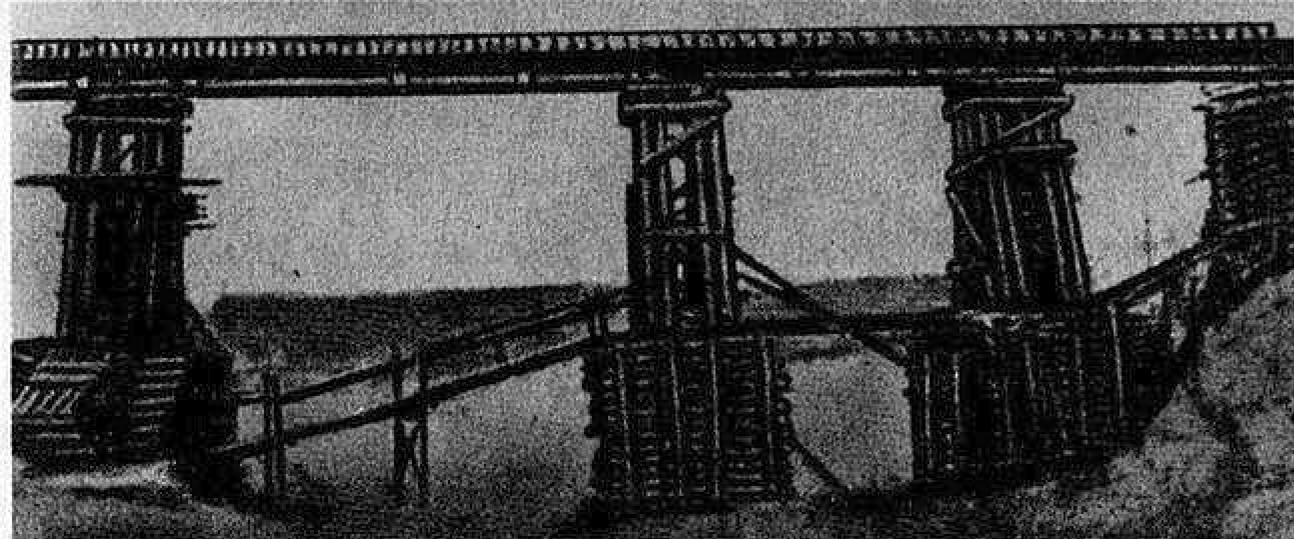


Bild 68: Provisorische Pfeiler aus Schwellenstapeln
a – Gesamtansicht der Brücke mit Pfeilern aus Schwellenstapeln; b – Schema der Brücke
1 – Brückenüberbau; 2 – Halbschwellen; 3 – Schwellen

Im ersten Falle kommt man beim Errichten der Unterstützungen mit einfachen Hebe- und Transportvorrichtungen aus. Die Montage der Unterstützungen aus Rahmen oder Blöcken beschleunigt die Durchführung der Arbeiten. Im letzteren Falle sind jedoch ausreichend leistungsfähige Hebe- und Förderzeuge und die Einrichtung spezieller Plätze

bzw. Basen, wo die Rahmen und Blöcke zusammengesetzt werden, erforderlich. Als Hebe- und Förderzeuge für das Aufsetzen der Rahmen und Blöcke auf eine vorbereitete Gründung können Winden, Rammgerüste, Eisenbahn-, Schwimm- und Konsolkrane, vereinfachte Kabelkrane usw. eingesetzt werden.

Der Brückenbau kann auf die übliche Weise am Ort hergestellt oder als fertiges Tragwerk antransportiert werden. Dadurch lassen sich die Instandsetzungsarbeiten erheblich beschleunigen. Fertige Tragwerke können nach folgenden einfachen Methoden eingebaut werden:

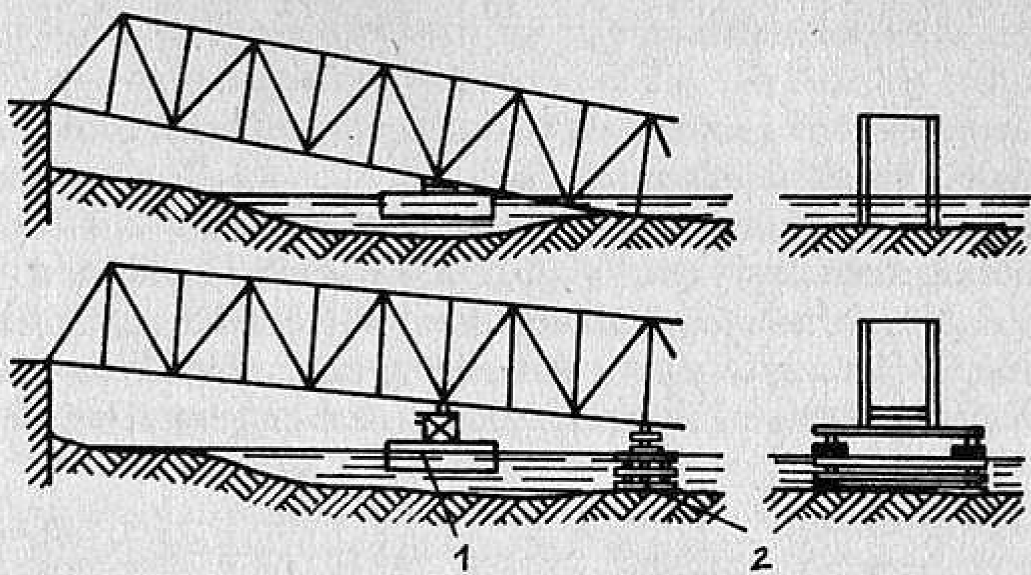
- Einbau durch Einfahren über schiefe Ebenen aus Rundhölzern, Schienen oder Metallträgern mit Hilfe von Seilwinden oder Zahnstangenwinden. Auf diese Weise können Tragwerke bis zu 8 m Länge eingefahren werden (Bild 69 a).
- Einbau durch Einfahren mit Hilfe eines Schwenkrahmens (Bild 69 b). Auf diese Weise können kleine Tragwerke bei geringer Höhe der Brücke eingefahren werden. Der Schwenkrahmen wird auf eine vorher vorbereitete Gründung aufgesetzt; das Einfahren erfolgt mit zwei Winden, einer Zug- und einer Haltewinde, die das Abkippen des Tragwerkes verhindert, nachdem der Schwenkrahmen die vertikale Stellung erreicht hat und sich auf der anderen Seite senkt.
- Einbau durch Einfahren mit Hilfe von Flaschenzügen (Bild 69 c). In diesem Falle wird ein Rahmen aufgestellt, der mindestens so hoch wie die halbe Stützweite ist. Die feste Rolle des Flaschenzuges wird am Riegel des Rahmens befestigt. Für das Verrücken sind ebenfalls zwei Winden erforderlich. Nach dieser Methode können Tragwerke bis zu 23 m Länge eingefahren werden.

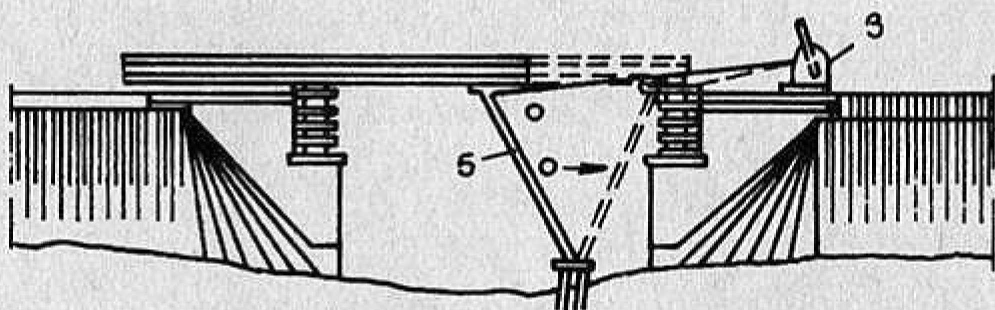
In einer Reihe von Fällen können die Tragwerke von den Widerlagern abgekippt sein. Wenn die Eisenbahn rechtzeitig mit Hebezeugen und -vorrichtungen ausgerüstet wird, kann das Anheben der Tragwerke in kürzester Zeit erfolgen. Es gibt viele Methoden für das Anheben, z. B. von Schwellenstapeln und Blockabstützungen aus, von den festen Brückenpfeilern aus mit Hilfe von Konsolen, Rahmen oder Halterungen, mit Portalkranen und Masten, mit Hebewinden im Zusammenwirken mit Seilwinden und Flaschenzügen, von Schwimmitteln aus, mittels strukturmäßiger Brückenüberbauhebezeuge u. a.

Die Wiederherstellung kleiner Brücken und bei Bedarf der Bau von neuen lassen sich am einfachsten ausführen, wenn Stapelabstützungen aus Schwellen, Kanthölzern oder anderen Behelfsmaterialien verwendet werden. Die Auflagefläche für die Stapelabstützung wird eingeebnet und festgestampft, danach wird eine durchgehende Reihe von Schwellen verlegt und der Käfigstapel weiter bis zur erforderlichen Höhe aufgesetzt.

Die Abstützungen können auch aus Rahmen oder räumlichen Blöcken hergestellt werden. Die Konstruktion eines solchen Bauwerkes hängt von den vorhandenen Materialien, technischen Mitteln und anderen konkreten Bedingungen ab.

Begehbare Beton- oder Steindurchlässe mit großem Querschnitt, die erhebliche Risse aufweisen, können durch mit Platten oder Tafeln ver-





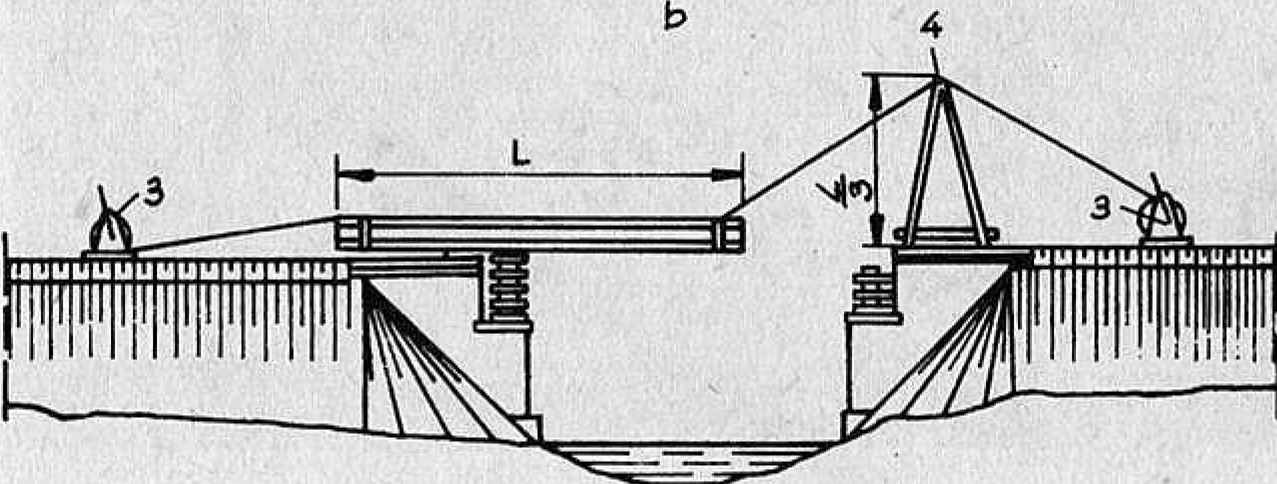


Bild 69: Anheben und Aufsetzen der Tragwerke auf die Widerlager
a – von Schwimmitteln aus; b – Einfahren mit Hilfe eines Schwenkrahmens; c – Einfahren mit Hilfe von Flaschenzügen
1 – Ponton; 2 – mit Steinen ausgefüllter Hohlpfeiler; 3 – Seilwinde; 4 – Stütze mit Rolle; 5 – Schwenkrahmen

kleidete Spreizrahmen verstärkt werden. Die Wölbungen zwischen der Verkleidung und den Innenflächen der Durchlässe sollten mit trocken verlegten Steinen oder mit Sandsäcken ausgefüllt werden. Das ist dort wichtig, wo über dem Durchlaß große Belastungen durch das Befahren mit Transportfahrzeugen möglich sind. In derartigen Fällen wird die Festigkeit der Konstruktion durch eine Kontrollfahrt mit einer zeitweiligen Belastung überprüft. Bei einer starken Zerstörung des Durchlasses kann in Höhe der Fahrbahn zusätzlich eine Brückenüberdeckung gebaut werden, die auf Sohlbalken oder Rosten aufliegt.

7.8. Übersetzstellen

Die Hauptarten von zeitweiligen Übersetzstellen sind Schwimmbrücken, Fähren und Behelfsbrücken aus Holz.
Für die Errichtung von Schwimmbrücken und die Einrichtung von Fährenübersetzstellen können einige Typen von Lastkähnen, Pontons und Flöße eingesetzt werden. Auf Bild 70 ist die Gesamtansicht einer Schwimmbrücke aus Plattformprahmen gezeigt, die für den Transport von Schütt- und anderen Gütern auf Flüssen eingesetzt werden. Platt-

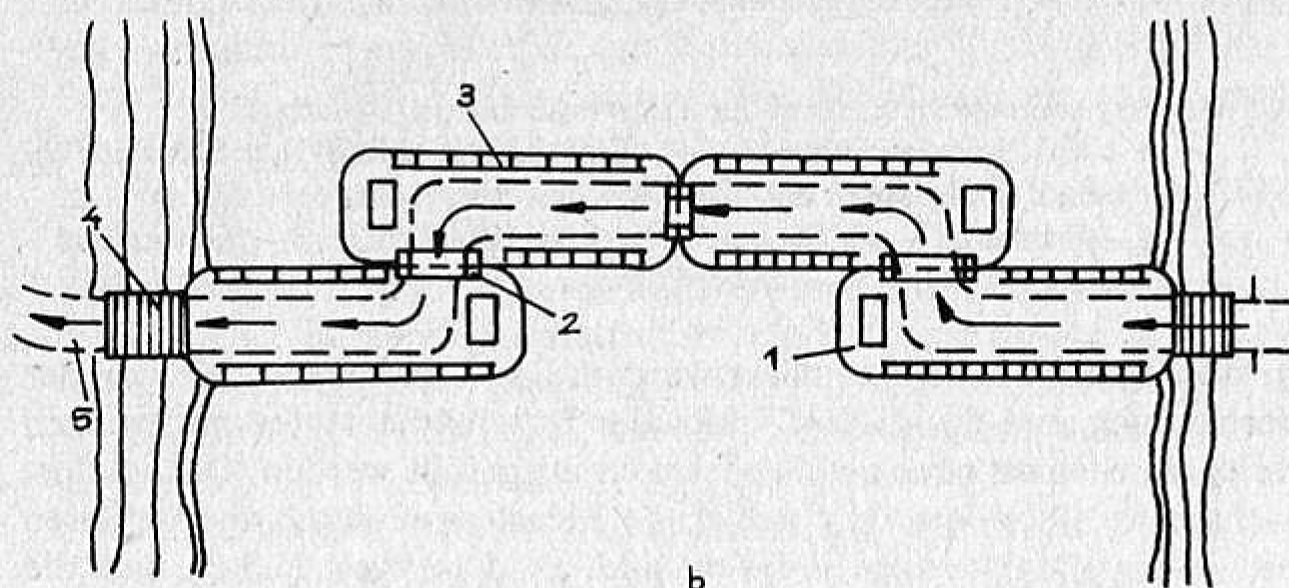


Bild 70: Schwimmbrücke aus Prahmen
a – Gesamtansicht der Brücke; b – Schema der Schwimmbrücke
1 – Plattformprahm; 2 – Verbindungsgelenk mit Belag; 3 – Reling; 4 – Anlegestelle (Auffahrt); 5 – Zufahrtsweg

formprahme sind für das Einrichten von Übersetzstellen gut geeignet. Dabei sind keine umfangreichen Arbeiten für ihre Umrüstung erforderlich. Das Befahren eines Prahms mit Kraftfahrzeugen ist oft ohne jegliche Abstützung des Decks möglich. Die Prahme werden am Bug und Heck mittels spezieller Verbindungsgelenke mit Belag verbunden. Die Anzahl der Prahme hängt von der Flußbreite am Ort der Übersetzstelle ab.
Für das Auffahren auf die Schwimmbrücke wird aus Holz eine Übergangsbrücke auf Pfahljochen oder anderen Unterstützungen errichtet. Auf dem Fluß müssen die Prahme mit Seil- und Trossenabspannungen an Ankern befestigt werden.
Bei einer begrenzten Anzahl von Prahmen oder bei großer Breite des Flusses können die Prahme für Fährenübersetzstellen eingesetzt werden. In solchen Fällen müssen an beiden Flußufern Uferanlegestellen errichtet werden, über die die Fahrzeuge und die Technik auf die Fähren bzw. von diesen herunter fahren. Nach der Beladung werden die Fähren mit Hilfe von Bugsierbooten, Außenbordmotoren, Seilwinden oder manuell zur gegenüberliegenden Anlegestelle bugsiert.
Im Winter kann der Übergang über ein Wasserhindernis ohne Brücke erfolgen, über das Eis. Gewöhnlich werden Eisübersetzstellen für Richtungsverkehr angelegt. Beim Einrichten solcher Übersetzstellen muß auf der gesamten Länge der Übersetzstelle die Eisdicke untersucht und nötigenfalls durch Auffrieren einer Eisschicht oder durch Verlegen von Holztafeln, Belag usw. verstärkt werden.
Für die Einrichtung einer Übersetzstelle muß das Eis mindestens so dick sein, wie in Tabelle 5 angeführt ist. Gewöhnlich wird empfohlen, solche

Tabelle 5:
Zulässige Eisdicke für das Einrichten einer Übersetzstelle

Last	Masse in t	Minimaldicke des Eises in cm	Abstand zwischen den Lasten in m
Menschen	0,1	5	3…5
Menschengruppen	—	10	—
Räderlasten	bis 3,5	15	15
	6	20	20
	10	25	25
	15	30	30
Kettenlasten	3,5	15	15
	10	20	20
	25	40	40
	45	50	50

Anmerkung:
Die obere, undurchsichtige Schicht wird mit der Hälfte ihrer Dicke berücksichtigt.

Übersetzstellen bei einer Eisdicke von 20 cm und mehr anzulegen. Um die Haftreibung der Fahrzeugräder zu verbessern, verbleibt eine etwa 10 cm dicke Schneeschicht.
Beim Befahren einer Eisübersetzstelle ist darauf zu achten, daß die Fahrzeuge nur in einer Richtung mit einer Fahrgeschwindigkeit von maximal 5 bis 8 km/h fahren dürfen. Die Fahrzeuge dürfen auf dem Eis nicht stehenbleiben, plötzlich beschleunigen oder abbremsen und wenden.

7.9. Technologische Rohrleitungen

Über ein Drittel der Rohrleitungen in Industriebetrieben sind technologische Rohrleitungen, in denen Gas, Dampf und Flüssigkeiten transportiert werden, die Rohstoffe, Halbfabrikate, Fertigerzeugnisse oder Produktionsrückstände sind bzw. für den normalen Ablauf des technologischen Prozesses benötigt werden.
Besonders viele technologische Rohrleitungen gibt es in den Betrieben der petrolchemischen, chemischen und Nahrungsgüterindustrie.
In technologischen Rohrleitungen werden die verschiedenartigsten Produkte, darunter gesundheitsschädliche und feuergefährliche, unter verschiedenen Drücken, von hohem Unterdruck bis zu 10 MPa und mehr, und bei Temperaturen von −70 bis 1 200 °C transportiert.
Je nach den zu transportierenden Produkten werden Dampf-, Öl-, Säure-, Laugen-, Sole-, Sauerstoff-, Erdöl-, Kraftstoff-, Kohlenstaub- und Gasleitungen (für Druckluft, Acetylen, Ammoniak, Chlor usw.) unterschieden.
Die Rohrleitungen können drucklos, mit Niederdruck (von 50 kPa bis 10 MPa), mit Hochdruck (über 10 MPa) und mit Unterdruck betrieben werden.
Je nach Temperatur des Produktes werden Rohrleitungen mit normaler Temperatur des Produktes (von 0 bis 100 °C), heiße (von 100 bis 300 °C), überhitzte (über 300 °C) und kalte Leitungen, die bei Minustemperaturen des Produktes betrieben werden, unterschieden.
Abhängig von der Zweckbestimmung und den Betriebsbedingungen werden die technologischen Rohrleitungen aus Schwarz- und Buntmetallen, Glas, Keramik und Plaste hergestellt.
Oft versorgen technologische Rohrleitungen mehrere Betriebe. Manchmal besitzen sie eine beträchtliche Länge.
In allen Fällen und besonders dann, wenn technologische Rohrleitungen über das Territorium von Betrieben hinausführen, müssen ihre Besonderheiten und die möglichen Folgen bei einer Beschädigung von den städtischen Diensten der Zivilverteidigung bei der Durchführung der unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten (RBI-Arbeiten) berücksichtigt werden.
Arbeiten, die mit technologischen Rohrleitungen und Behältern im Zusammenhang stehen, müssen unter Beachtung ihrer Zweckbestimmung und Besonderheiten von speziell ausgebildeten und ausgerüsteten Formationen durchgeführt werden.

8. Sicherheitsmaßnahmen bei der Durchführung der Instandsetzungsarbeiten

In einem Kernwaffenwirkungsherd lauern viele unterschiedliche Gefahren auf die dort arbeitenden Menschen. Die wichtigsten davon können sein:
- die Aktivierung (Schädigung durch die radioaktive Strahlung);
- Verletzungen infolge des Einstürzens oder Umstürzens von beschädigten Gebäuden oder einzelnen Konstruktionen;
- Verbrennungen bei Bränden;
- Schäden bei Arbeiten an den Netzen der Kommunalwirtschaft (Gasvergiftung, Schädigung durch elektrischen Strom u. a.);
- Verluste bei falscher Organisation oder Nichtbeachtung der allgemeingültigen Arbeitsschutzbestimmungen bei der Ausführung von Instandsetzungsarbeiten.

Unter allen Umständen bleiben die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen für die Arbeiten an verschiedenartigen Maschinen, Vorrichtungen u. a. sowie die Arbeitsschutzinstruktionen und -weisungen beim Arbeiten unter besonderen Bedingungen, wie bei einer Aktivierung des Geländes, bei einer Luftverunreinigung durch Gase, bei Bränden usw. in Kraft und müssen eingehalten werden.

8.1. Sicherheitsmaßnahmen beim Arbeiten unter den Bedingungen einer Aktivierung

Die Aktivierung großer Geländeflächen ist eine unvermeidbare Folge von Kernwaffenerddetonationen. In der Regel wird ein beträchtlicher Teil des Wirkungsherdes hohe Dosisleistungen aufweisen. Der Grad der Strahlenschäden (Kernstrahlungsschäden) hängt von der Kernstrahlungsdosis und der Zeit, in der sie aufgenommen wurde, ab. Die Kernstrahlungsbelastung kann einmalig sein, wenn sie innerhalb der ersten vier Tage und mehrmalig, wenn sie über einen längeren Zeitraum erfolgte.
Beim Ausfallen der radioaktiven Niederschläge kommt es nicht nur zur Aktivierung der Erdoberfläche, sondern auch der bodennahen Luftschicht bis zu 1,5 m Höhe. Bei trockenem, windigem Wetter wird der auf die Erde ausgefallene radioaktive Staub (im wesentlichen mit Fraktionen bis zu einer Größe von 100 µm) durch den Wind oder beim Fahren mit Transportmitteln auf Straßen sowie bei der Beseitigung von Trümmern und anderen Arbeiten aufgewirbelt, wodurch sich seine Konzentration in der Luft erhöht.
Das kann zur Entwicklung von akuten Kernstrahlungsschädigungen sogar bei einer zulässigen äußeren Bestrahlung führen.
Bei der Organisation der Arbeiten werden abhängig von den Dosislei-

stungen, dem Umfang und dem Charakter der zu lösenden Aufgaben zulässige Kernstrahlungsdosen festgelegt sowie die Zeit für die Einführung der Formationen in die Arbeitsobjekte, die Arbeitszeiten und das Schichtregime, Strahlenschutzräume für die Ruhe und die Esseneinnahme sowie die Ordnung und der Ort der sanitären Behandlung der Menschen und der Entaktivierung der Technik bestimmt.

Die Sicherheitsmaßnahmen in der aktivierten Zone sind auf den Schutz der Menschen vor der schädigenden Wirkung der Kernstrahlung, in erster Linie auf den Schutz der Atemorgane und der Haut, gerichtet. Deshalb müssen diejenigen, die in aktiviertem Territorium arbeiten, Schutzmasken und Schutzbekleidung tragen.

Während der Arbeit sind Maßnahmen zur Verringerung der Staubbildung einzuleiten. Deshalb empfiehlt es sich, bei trockenem Sommerwetter und bei entsprechenden Bedingungen auch zu anderer Jahreszeit für die Trümmerbeseitigung, das Beräumen von Durchfahrten und andere gleichartige Arbeiten, die mit der Entwicklung einer großen Menge von Staub verbunden sind, die Arbeitsabschnitte zu sprengen oder zu befeuchten. Das Sprengen senkt nicht die Dosisleistung im Gelände, verringert jedoch erheblich die Menge des radioaktiven Staubes in der Luft. Da Staub Wasser schlecht annimmt, können die besten Ergebnisse zur Verringerung der Staubmenge in der Luft nur bei ausgiebigem Sprengen und Abwaschen der Oberflächenschicht erzielt werden.

Nach Abschluß der Arbeiten muß der gesamte Personalbestand aus dem aktivierten Raum herausgeführt werden und die sanitäre Behandlung durchlaufen.

8.2. Sicherheitsmaßnahmen beim Arbeiten unter den Bedingungen von Massenbränden

Das Territorium eines Kernwaffenwirkungsherdes wird durch eine komplizierte und schwierige Brandlage gekennzeichnet sein. In Städten, deren alte Stadtplanung erhalten geblieben ist (enge Straßen, hohe Bebauungsdichte, keine breiten Brandschutzlücken), können unpassierbare und brandgefährdete Abschnitte und sogar Stadtbezirke entstehen.

Die Brände und Schwelbrände in der Zone der vollständigen und der starken Zerstörungen werden mit hohen Temperaturen einhergehen, von 100 bis 350 °C am ersten Tag, bis zu 600 bis 700 °C an einzelnen Stellen am zweiten Tag, und erst am dritten bis fünften Tag wird die Temperatur auf 30 bis 60 °C absinken. Dabei wird der Kohlenmonoxidgehalt in verschütteten Bereichen gefährlich sein und 0,8 bis 2 mg/l, in Einzelfällen bis zu 5 mg/l betragen. Charakteristisch ist auch die starke Rauchentwicklung.

Die Bekämpfung des Feuers ist vor allem eine Aufgabe der Brandschutzformationen, jedoch kann die Lage auch die Teilnahme anderer Formationen an den Arbeiten zur Lokalisierung der Brandherde erforderlich machen. Während dieser Arbeiten können sich Menschen Verbrennungen verschiedenen Grades zuziehen und längere Zeit der Reiz- und Atemnot

verursachenden Wirkung des Rauches und in einer Reihe von Fällen auch einer Vergiftung durch Kohlenmonoxid ausgesetzt sein. Deshalb muß der Personalbestand bei der Ausführung von Arbeiten unter diesen Bedingungen entsprechende Bekleidung und Ausrüstung tragen.

Die am weitesten verbreiteten Mittel für das Löschen von Entstehungsbränden sind verschiedene Typen von Schaum-, Gas- und Pulverfeuerlöschern. Für die Förderung des Wassers zur Brandstelle werden Saugschläuche, ausrollbare Feuerwehrschläuche mit Armaturen zur Verbindung der Feuerwehrschläuche untereinander und mit den Pumpen sowie Strahlrohre verwendet. Je nach der Wichtigkeit der Arbeiten und den Bedingungen ihrer Ausführung können den Bergungs- und Instandsetzungsformationen Brandschutzkommandos zugeteilt werden, die mit Feuerlöschtechnik (Tanklöschfahrzeuge, Feuerwehrpumpenfahrzeuge, Leiterfahrzeuge u. a.) ausgerüstet sind.

Die Arbeiten unter den Bedingungen von Bränden, die von einer starken Rauchentwicklung, einer hohen Temperatur, Dunkelheit, einer komplizierten Anordnung der Räumlichkeiten usw. gekennzeichnet werden, erfordern die Beachtung bestimmter Arbeitsschutzbestimmungen.

Das Arbeiten in Trümmerbereichen bei einem hohen Kohlenmonoxidgehalt der Luft wird auf eine Zeit von 30 bis 45 min begrenzt. Danach muß die abgelöste Schicht aus der gefährlichen Zone herausgeführt werden oder sich in freien Schutzräumen, die mit einer entsprechenden Filterventilationsanlage ausgestattet sind, ausruhen. Für diese Zwecke können auch die üblichen Baustellenwohnwagen nach ihrer Hermetisierung und dem Einbau von Filterventilationsanlagen mit Hopkalitpatronen und Schwebstoffiltern genutzt werden.

Bei der Brandbekämpfung ist der Spezifik des Arbeitsortes bzw. -objektes besonderes Augenmerk zu schenken. Beim Löschen von Bränden in den verschiedenen Teilen von Gebäuden (Keller, Obergeschosse, Dachböden u. a.) und in Betrieben mit verschiedenen technologischen Prozessen sind Besonderheiten zu beachten.

Beim Ausbruch eines Brandes im Keller breiten sich Rauch und Feuer über Durchbrüche, Lüftungskanäle, Fahrstuhlschächte usw. schnell auf die oberen Geschosse aus. Infolge des Sauerstoffmangels in den Kellern kommt es zu einer unvollständigen Verbrennung der Stoffe, die Kohlenmonoxidkonzentration steigt. Deshalb müssen beim Löschen von Bränden in Kellern die die Arbeitsschutzbestimmungen besonders strikt befolgt werden.

Der am schwierigsten zugängliche Teil von Gebäuden sind die Dachgeschosse. Das Arbeiten zum Löschen von Bränden erfordert hier auch besondere Vorsichtsmaßnahmen; die Arbeiten werden hier hoch auf den Dachschrägen unter den Bedingungen hoher Temperatur und Rauchentwicklung geführt. Auf Dächern mit einer Neigung von über 30° sind die eingesetzten Kräfte mit Rettungsleinen zu sichern.

Brände in explosionsgefährdeten Betrieben werden gewöhnlich von spezialisierten Feuerwehren unter Beteiligung des ingenieurtechnischen Personals gelöscht. Bei der Durchführung der Arbeiten in solchen Objekten müssen vor allem die Anzahl derjenigen, die in der Nähe von

explosionsgefährdeten Produktionsbereichen, Räumen und Anlagen arbeiten, eingeschränkt und Maßnahmen zur Verhütung einer Vergiftung durch bei der Verbrennung freigesetzte Gase eingeleitet werden.
Überaus kompliziert ist auch die Brandbekämpfung in erdölverarbeitenden Betrieben und Flüssiggaslagern. Brände in diesen Objekten entstehen infolge von Zerstörungen der Erdölleitungen, des Undichtwerdens der Flanschverbindungen, Absperrschieber u. a. Gelöscht werden die Brände mittels der ortsfesten Feuerlöschanlagen bei obligatorischer Abschaltung der beschädigten Rohrleitungsabschnitte und Aggregate, bei ausgedehnten Bränden unter Beteiligung von Feuerwehreinheiten.
Als effektivstes Mittel zum Löschen von Bränden in Behältern wird Schaum angesehen. Dabei darf sich niemand auf dem Dach bzw. der Abdeckung des brennenden oder benachbarten Behälters aufhalten. An der Brandstelle muß sich ein Bulldozer für die Instandsetzung der Einfassung bzw. zum Anlegen von zusätzlichen Erdwällen für den Fall des Auseinanderlaufens oder Herausschleuderns von brennenden Produkten befinden.

8.3. Sicherheitsmaßnahmen in den Zerstörungszonen

Das Arbeiten zwischen zerstörten und beschädigten Gebäuden und Anlagen ist für sich in unmittelbarer Nähe aufhaltende Menschen gefährlich. Stöße und Erschütterungen des Erdreiches bei den Arbeiten können zusätzliche Einstürze von beschädigten Gebäuden bzw. Konstruktionen verursachen. Deshalb ist vor Arbeitsbeginn eine sorgfältige Beurteilung der Möglichkeit des gefahrlosen Aufenthaltes von Menschen in den zerstörten oder teilweise beschädigten Gebäuden und Anlagen bzw. in deren unmittelbarer Nähe erforderlich.
Schäden an den Netzen der kommunalen und Energieversorgungswirtschaft erschweren die Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten stark und schaffen eine Reihe zusätzlicher Schwierigkeiten (Überschwemmung, Verunreinigung der Luft durch Gase).
Während im Frieden bei Arbeiten zur Behebung von Havarien an Wasserversorgungs-, Kanalisations-, Wärmeversorgungs-, Gas- und Stromversorgungsnetzen die Einhaltung der im Bauwesen allgemeingültigen Arbeitsschutzbestimmungen (Befestigung der Wände von Gräben und Wasserabflüssen, Absperrung der Arbeitsplätze) gefordert wird, sind bei Arbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd zusätzliche Maßnahmen zum Schutz vor einer Aktivierung, vor Bränden und vor Schädigungen durch Strom bei Beschädigungen der Stromversorgungsnetze u. a. zu beachten.
Die unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten an den Netzen und Anlagen der kommunalen und Energieversorgungswirtschaft sind in einer Reihe von Fällen mit dem teilweisen Beseitigen von Trümmern, dem Ausheben von Erdgräben, der Demontage von Rohrleitungen, der Ableitung des Wassers und anderen Arbeiten verbunden, die sowohl manuell als auch unter Einsatz von Maschinen und Geräten durchzuführen sind.

Die Arbeitsschutzbestimmungen verbieten es, Konstruktionselemente von Gebäuden gleichzeitig in mehreren Geschossen zu demontieren. Die einzelnen Konstruktionselemente eines Gebäudes müssen so auseinandergenommen werden, daß nicht überraschend ein anderer Teil einstürzt. Bei der Demontage der Decken von Kellerräumen ist darauf zu achten, daß es nicht zu ihrem Einsturz zusammen mit den darauf befindlichen Menschen kommt. Betonmontageplatten werden demontiert, indem ein Ende angehoben und das andere vom Träger geschoben wird. Die Deckenträger müssen als Hauptstandfläche für die Menschen und die Hebezeuge dienen. Ziegelgewölbe mit großer Spannweite müssen von Hand von oben (vom Schlußstein) zu den Gewölbewiderlagern (Kämpfern) demontiert werden.

Von Hand dürfen keine Ziegelsteingewölbe demontiert werden, deren Festigkeit angezweifelt werden muß. Instabile, einsturzgefährdete Elemente von Gebäuden werden wie folgt abgerissen: Hochbaumonteure legen ein Seil um die Wand zwischen zwei Fenstern und andere Wandvorsprünge und befestigen es am Schlepphaken eines Traktors, der das Seil zieht und das Gebäude zum Einsturz bringt. Dabei muß die Länge des Seils mindestens das Vierfache der Wandhöhe betragen.

Beim Beräumen ist eine Überlastung der Kranfahrzeuge und Hebezeuge nicht zuzulassen.

Arbeiten, die mit erhöhter Gefahr verbunden sind, z. B. an Gasleitungen, elektrischen Netzen und Anlagen unter Spannung, sowie Wärmeversorgungsleitungen, müssen speziell ausgebildete Formationen ausführen, die auf der Basis der für den Betrieb der jeweiligen Versorgungsleitungen zuständigen Organisationen gebildet werden und deren Angehörige im Besitz eines Befähigungsnachweises für die jeweiligen Arbeiten sind.

Den für diese Arbeiten eingesetzten Formationen muß die technische Dokumentation zur Verfügung stehen, die die Netze und Anlagen, ihre Besonderheiten, die aus irgendwelchen Gründen mit Gefahr verbundenen Stellen und andere, die Arbeitsbedingungen beeinflussende Umstände charakterisiert.

Arbeiten in unmittelbarer Nähe von in Betrieb befindlichen unterirdischen Versorgungsleitungen (Elektroenergieversorgungskabel, Gasleitungen, Druckrohrleitungen usw.) sind ohne Einsatz von Schlagwerkzeugen (Brechstangen, Spitzhacken, Keile u. a.) durchzuführen.

Elektroschweißarbeiten müssen unter ungünstigen Bedingungen (Feuchtigkeit, Arbeiten im Inneren von Rohrleitungen) mit besonderer Vorsicht ausgeführt werden. Die Arbeitsschutzbestimmungen bei Elektroschweißarbeiten sehen insbesondere vor:

- die Gewährleistung der automatischen Stromabschaltung beim Abreißen des Lichtbogens;
- die Isolation des Menschen von einem stromleitenden Boden;
- die Verwendung eines Gummihelmes und nichtleitender Überziehschuhe.

Beim Autogenschweißen muß die Möglichkeit berücksichtigt werden, daß der Azetylenentwickler bei Nichtbeachtung der Bedienungsvorschrift explodieren kann.

9. Einige Fragen der Organisation und Durchführung der Instandsetzungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd

9.1. Organisation der Aufklärung des Wirkungsherdes

Für einen begründeten und richtigen Entschluß für die Rettungs-, Bergungs- und unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten werden exakte Angaben über die entstandene Lage benötigt.
Anhand der Aufklärungsangaben werden der Umfang der Arbeiten bestimmt, die Reihenfolge ihrer Ausführung festgelegt und die Methoden der Rettungs-, Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten präzisiert. Die Aufklärung kann in die allgemeine und die Spezialaufklärung (Ingenieur-, chemische, Kernstrahlungs- und biologische Aufklärung) eingeteilt werden.
Die allgemeine Aufklärung wird durchgeführt, um die wichtigsten Angaben über den Charakter und die Ausmaße des Wirkungsherdes (Dosisleistungen, Zerstörungen, Ausbreitung von Bränden) zu ermitteln, die für die Bestimmung des ungefähren Umfangs der Rettungs- und Bergungsarbeiten und der Bedingungen ihrer Durchführung erforderlich sind.
Die Spezialaufklärung wird durchgeführt, um vollständigere und exaktere Angaben über verschüttete Schutzbauwerke und den Zustand der darin befindlichen Menschen, über den Charakter der Zerstörungen von Gebäuden und Anlagen sowie der Netze der kommunalen und Energieversorgungswirtschaft und über die ungefährlichsten und günstigsten Zugangswege zu den Arbeitsobjekten einzuholen. Diese Aufklärung führen die Gruppen der Ingenieuraufklärung der Formationen der Zivilverteidigung auf der Grundlage der von der allgemeinen Aufklärung übermittelten Angaben oder im Komplex mit dieser durch.
Gleichzeitig wird die Spezialaufklärung zur Präzisierung der Dosisleistungen, der Vergiftungs- und Verseuchungsdichten sowie der Brandgefährdung dieser oder jener Abschnitte des Territoriums von den Formationen der Kernstrahlungs- und medizinischen Aufklärung und anderen Aufklärungsformationen der Zivilverteidigung geführt.
Zur Aufklärung von Havariestellen an den kommunalen und Energieversorgungsnetzen werden Aufklärungstrupps im Bestand der Formationen der entsprechenden Dienste der Zivilverteidigung (Wasser-, Energie-, Gasversorgungsdienste u. a.) geschaffen. Diese Aufklärung muß ein allgemeines Bild der Zerstörungen der kommunalen und Energieversorgungssysteme im Rahmen der Stadt mit einer Vollständigkeit liefern, die ausreicht, damit der Leiter des Dienstes einen richtigen Entschluß über den Umfang und den Charakter der vorrangigen Arbeiten fassen kann.
Vor Beginn der Spezialaufklärung müssen den Aufklärungsformationen kurze Angaben über die zu Beginn der Aufklärung entstandene Lage mitgeteilt werden. Dazu werden die Angaben, die von der allgemeinen Aufklärung, darunter von den Beobachtungsposten, eingegangen sind,

sowie die Angaben des Dienstes (z. B. die Meldungen der Dispatcher) verwendet.
Bei der Aufgabenstellung für die Aufklärung werden kurze Angaben zur Lage gemacht sowie die Aufgaben und Objekte der Aufklärung, der Ablaufpunkt, die Marschstraßen, der Endpunkt, die Ordnung der Organisation der Nachrichtenverbindungen und die Termine der Meldungen sowie Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit angewiesen.
Bei der Ingenieuraufklärung an den Netzen der kommunalen und Energieversorgungswirtschaft werden verschiedene Geräte eingesetzt, die für analoge Zwecke im Frieden verwendet werden und in der Ausrüstung der städtischen Havariedienste sowie Erkundungs-, Bau- und anderen Organisationen vorhanden sind.
In den Bestand der Aufklärungseinheiten müssen die erfahrensten und gut ausgebildeten Spezialisten eingegliedert werden.

9.2. Methoden der Suche von verschütteten Schutzräumen und Havariestellen an den kommunalen und Energieversorgungsnetzen und -anlagen

Eine der vor der Ingenieuraufklärung stehenden Aufgaben ist sowohl die Bestimmung des Standortes von verschütteten Schutzräumen und Deckungen einschließlich der Feststellung des Grades und des Charakters ihrer Beschädigungen als auch der Orte und des Charakters von Havarien an den kommunalen Netzen und Anlagen.
Wenn Gebäude zerstört sind, können Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Lage der Eingänge in verschüttete Schutzbauwerke und bei der Ortung der Notausstiege auftreten. Unter Gebäudetrümmern können auch die Lukendeckel der Kontrollschächte der kommunalen Netze verschüttet sein. Deshalb müssen die Aufklärungseinheiten der entsprechenden Formationen im Frieden die Orte möglicher Havarien sowie die Lage der kommunalen Netze und Anlagen an den Hauptmarschstraßen der Aufklärung studieren und kennen. Das wird durch regelmäßige Ausbildung und Trainings und durch die Erfahrungen aus der täglichen Arbeit an den Netzen und Anlagen der Kommunalwirtschaft gewährleistet.
Zur Orientierung bei der Führung der Aufklärung muß eine Karte oder ein Plan des Aufklärungsabschnittes zur Verfügung stehen, in den mit taktischen Zeichen die Schutzräume und Deckungen unter Angabe ihrer Entfernung von nichtverschüttbaren Orientierungspunkten sowie die wichtigsten Netze und Anlagen der Wasserversorgung, der Kanalisation und der Gas-, Wärme- und Elektroenergieversorgung eingezeichnet sind.
Als nichtverschüttbare Orientierungspunkte können Sockel von Denkmälern auf großen und breiten Plätzen in der Stadt, Metalltürme, Fundamente der Masten von Hochspannungsleitungen, Straßenkreuzungen, Gabelungen von Straßen und Eisenbahnstrecken, die Ecken von freistehenden massiven Gebäuden mit wenig Geschossen, Gründungen von

Betriebs- oder Heizkraftwerksschornsteinen, die Ecken von Metallzäunen und Stahlbetoneinzäunungen usw. dienen.
Für das Auffinden von Großschutzräumen unter den Bedingungen durchgehender Verschüttungen können Kleinstsender verwendet werden, die in den Köpfen der Notausstiege zu installieren sind und Funksignale aussenden. Anhand dieser Signale können die mit entsprechenden Empfängern ausgerüsteten Suchgruppen die verschütteten Bauwerke schnell finden.
Bei der Aufklärung in unbekanntem Territorium muß beachtet werden, daß zur Erleichterung des Auffindens der unterirdischen Netze im Frieden bei einer Instandsetzung oder vorbeugenden Kontrolle, bei einem Brand oder in anderen Havariefällen spezielle Hinweisschilder an den Mauern von Gebäuden oder an speziellen Pfählen in unbebautem Territorium (Bild 71) angebracht werden, auf denen in Metern die Entfernung von der Gebäudewand bis zum Kontrollschacht und die Lage des Kontrollschachtes rechts oder links vom Schild angegeben werden.
Die Schilder besitzen ihre Erkennungszeichen bzw. sind entsprechend farbig gestaltet: Wasserleitungsnetze – blau; Schächte mit Hydranten am Wasserleitungsnetz – rot; Fernsprechnetze – gelb. Die Deckel der Luken

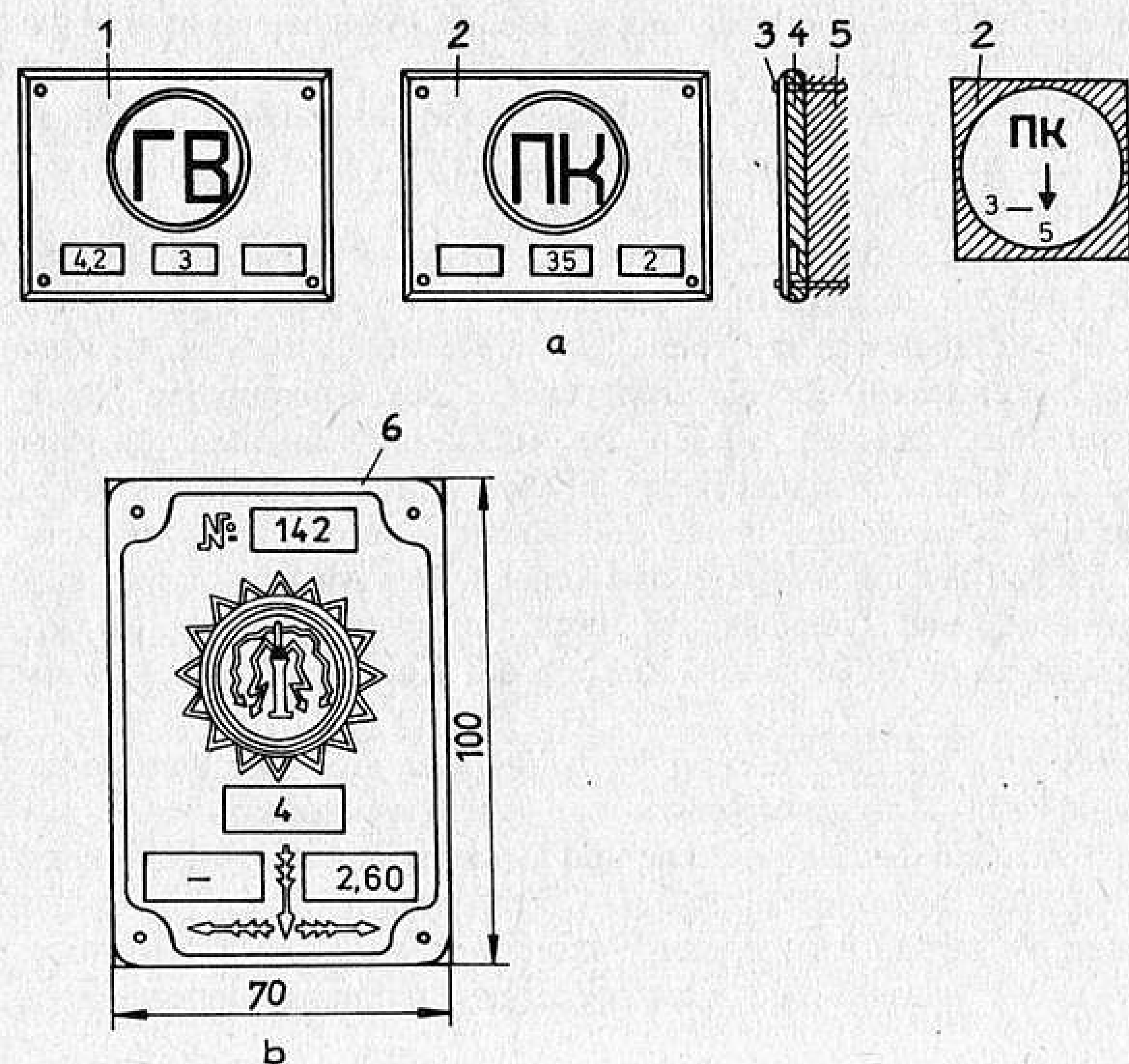


Bild 71: Hinweisschilder für die Lage von Kontrollschächten unterirdischer Versorgungsleitungen
a – Wasserleitungsschacht; b – Schacht des Fernmeldenetzes
1 – blau; 2 – rot; 3 – Glasscheibe; 4 – Holztafel; 5 – Gebäudewand; 6 – Metall

unterirdischer Netze sind ebenfalls mit festgelegten Kennzeichnungen versehen, die die Zugehörigkeit der Kontrollschächte zu einem bestimmten Netz angeben. In der Regel werden folgende Kurzzeichen verwendet: GW – städtische Wasserleitung; GK – städtische Kanalisation. In einer Reihe von Fällen werden auf den Deckeln die vollständigen Bezeichnungen der Netze angegeben: Abwasserleitung, Wärmeversorgungsnetz u. a. Jedem unterirdischen Netz wird beim Bau unter Beachtung seiner technologischen und Betriebsbesonderheiten ein bestimmter Streifen zugeordnet, in dem das Netz mit den Kontrollschächten angelegt wird. Alle Rohre, Kanäle und Kabel werden in der Regel geradlinig und parallel zur Straßenachse bzw. Bebauungslinie verlegt. Bei Straßenkrümmungen ändern alle Netze ebenfalls ihre Richtung unter Beibehaltung der Parallelität zur Fahrbahnachse. Die Abzweigungen in Wohnviertel und zu frei stehenden Gebäuden werden im rechten bzw. annähernd rechten Winkel zur Richtung der Haupttrasse und zur Bebauungslinie verlegt.
Die meisten Rohrleitungen werden außerhalb des Fahrbahnbereiches unter den Gehwegen und im Bereich der Grünstreifen verlegt. Die Kabel werden meistens im Gehwegbereich verlegt. Wenn auf den Gehwegen oder Rasenflächen Bäume stehen, verlaufen unterirdisch verlegte Leitungen in einem Mindestabstand von 1,5 bis 2 m. Wenn nicht alle unterirdischen Netze im Bereich der Gehwege und Grünstreifen verlegt werden können, erfolgt deren Verlegung unter der Fahrbahn in der Nähe der Bordsteine. Unterirdische Netze werden ebenfalls mindestens 2 m von Straßenbahnschienen entfernt verlegt.
Als erste werden neben der Bebauungslinie die Elektroenergieversorgungskabel verlegt, dann die Fernsprechkabel, das Wärmeversorgungsnetz, die Gasleitung, die Regenwasserkanalisation, die Wasserleitung und die Wirtschaftskanalisation. In der Regel nimmt die Verlegungstiefe der unterirdischen Netze von den Häusern in Richtung zur Straßenachse zu. Die ungefähre Reihenfolge und Verlegungstiefe der wichtigsten unter-

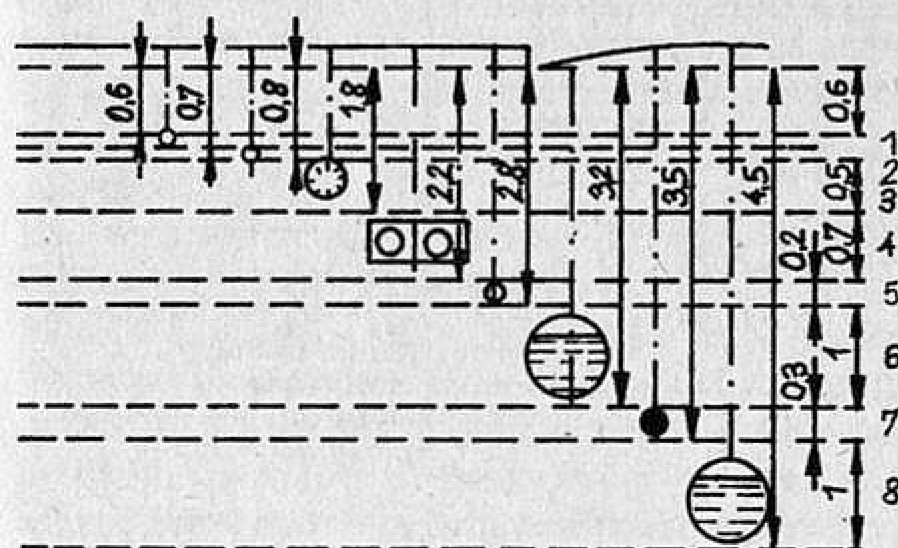
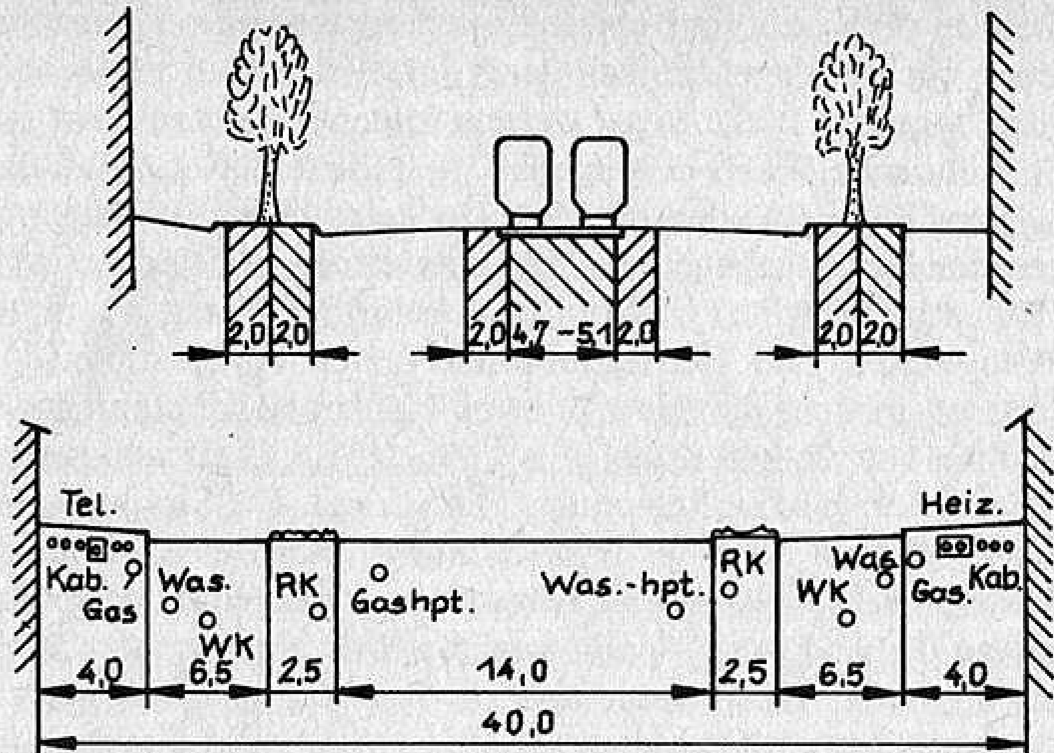


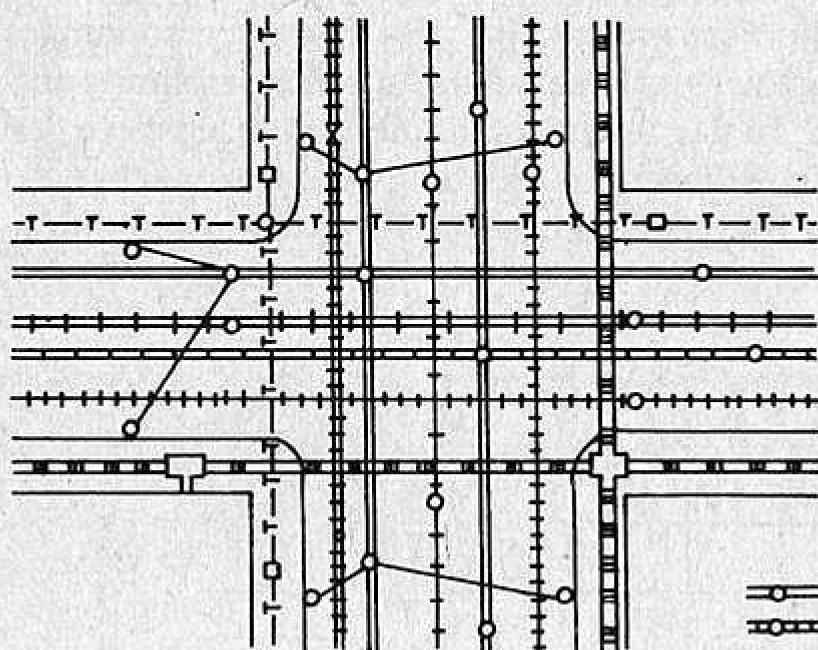
Bild 72: Ungefähre Reihenfolge und Verlegungstiefe der wichtigsten unterirdischen Netze
1 – Schwachstromkabel; 2 – Starkstromkabel; 3 – Grundstückentwässerung; 4 – Wärmeversorgungsnetz; 5 – Gasleitung; 6 – Abwasserleitung; 7 – Wasserleitung; 8 – Straßenkanalisation



Zeichenerklärungen:

Kab.	— Kabel	RK	— Regenwasserkanalisation
Gas	— Gasleitung	Gashpt.	— Hauptversorgungsleitung Gas
Was.	— Wasserleitung	Was.-hpt.	— Hauptversorgungsleitung Wasser
WK.	— Wirtschaftskanalisation	Heiz.	— Wärmeversorgungsleitung
Tel.	— Fernsprechleitung		

b



c

Legende
- Regenwasserkanalisation
- Wirtschaftskanalisation
- Wasserleitung
- Gasleitung
- Wärmeversorgungsnetz
- -T-T- Fernsprechnetz

Bild 73: Beispiele für die Anordnung von unterirdischen Netzen in den Straßen von Städten (Maße in m)
a — Zonen, die für die Verlegung von unterirdischen Netzen nicht genutzt werden; b — Beispiel für die Anordnung von unterirdischen Versorgungsleitungen in einer Hauptverkehrsstraße; c — Beispiel für die Lage der Kontrollschächte der Netze der Kommunalwirtschaft an einer Straßenkreuzung

irdischen Netze ist auf Bild 72 gezeigt, während einzelne Beispiele für die Anordnung der unterirdischen Netze unter den Straßen von Städten auf Bild 73 angeführt sind.

9.3. Besonderheiten der Instandsetzungsarbeiten im Winter

Bei der Organisation und Durchführung der Instandsetzungsarbeiten im Winter muß eine Reihe spezifischer Besonderheiten beachtet werden. In erster Linie ist der Schutz des Personalbestandes vor Kälte und Schnee vorzusehen. Gefrorenes Erdreich erschwert Erdarbeiten erheblich und macht den Einsatz von Maschinen und Technik bzw. spezielle Arbeitsmethoden erforderlich.

Für den Schutz der Menschen vor Witterungsunbilden und niedriger Temperatur werden Aufwärmpunkte eingerichtet. Dazu werden erhaltengebliebene Gebäude und Anlagen sowie Kellerräume genutzt, nötigenfalls werden provisorische, feldmäßige Bauwerke (Abschirmungen, Schleppdächer, Zelte, Erd- und Laubhütten) errichtet.

Für die Zufahrt zu den Objekten der Instandsetzungsarbeiten sowie beim Anlegen von Kolonnenwegen und bei der Entaktivierung der Durchfahrten ist eventuell das vorherige Räumen des Schnees vom Territorium erforderlich. Für das Schneeräumen werden Schneeräumgeräte, Bulldozer, Straßenhobel und Straßenreinigungsfahrzeuge genutzt, die in der Stadtwirtschaft in breitem Maße verwendet werden.

Spreng- und Streufahrzeuge der Straßenreinigung werden im Winter mit Anbauausrüstung in Form von Schneepflügen und Schneeladern ausgestattet. Der Einsatz von Schneeladern sowie von Rotor- und Schneckenrotorschneeräumgeräten ist für das Räumen von Hauptverkehrsstraßen und Durchfahrten effektiv. Erdarbeiten werden im Winter dadurch erschwert, daß bereits bei geringer Gefriertiefe des Erdreiches (über 20 bis 30 cm) das Abtragen der oberen Schicht mit einem Bagger oder einem Bulldozer ohne vorherige Auflockerung unmöglich ist. Gefrorenes Erdreich wird durch Schläge mit einer keil- oder kugelförmigen Last (Rammkugel, Keilhammer, Keilramme mit einer Masse von 0,25 bis 4,5 t), die am Ausleger eines Baggers oder Kranes aufgehängt wird, aufgelockert.

Es werden für diese Zwecke hergerichtete Bodenlockerer, Bagger, Grabenbagger und Fräsen eingesetzt.

Wenn wegen der Gefahr einer Beschädigung von Kabeln oder aus anderen Gründen das Auflockern des Erdreiches mit diesen Verfahren nicht möglich ist, wird der Boden aufgetaut. Dazu werden nach dem Räumen des Schnees und der Beseitigung der Trümmer im betreffenden Abschnitt offene Feuer entfacht, sogenannte Nadelfilter eingesetzt oder das Erdreich mit Flüssiggasbrennern erwärmt bzw. eine andere, für diese Zwecke geeignete Methode angewandt. Das Nadelfilter stellt ein Gasleitungsrohr mit kleinem Durchmesser dar, dessen eines Ende in die Erde eingeschlagen und an dessen anderes Ende ein Dampfschlauch angeschlossen wird. An dem in die Erde eingeschlagenen Rohrende befindet sich eine

Öffnung für den freien Austritt des Dampfes. Das gewährleistet das schnelle Auftauen des Erdreiches. Dieses Verfahren nimmt eine längere Zeit in Anspruch und kann daher nur in jenen Fällen angewendet werden, wo das die Lage zuläßt.

9.4. Besonderheiten der Instandsetzungsarbeiten bei Nacht

Für Arbeiten bei Nacht ist die Beleuchtung der Abschnitte des Territoriums und einzelner Objekte der Rettungs- und Bergungsarbeiten sowie der Hauptverkehrsstraßen und Durchfahrten, auf denen der Verkehr der Menschen und der Technik abgewickelt wird, erforderlich.
In erster Linie muß die Möglichkeit der Nutzung von Straßenlampen und -leuchten geprüft werden. Die Außenbeleuchtung der Straßen und Plätze der Städte besitzt gewöhnlich ein selbständiges Kabelnetz, das über Transformatoren gespeist wird. Die Kabel werden entlang der Lichtmasten verlegt und in den Anschlußkasten des Sockels eines jeden Mastes eingeführt. Die Straßenleuchten werden gruppenweise von einem zentralen Bedienungspult eingeschaltet.
Für die Arbeitsplatzbeleuchtung sind am besten Quellen mit gerichtetem oder Flutlicht geeignet, verschiedene Typen von Scheinwerfern, die gewöhnlich für die Beleuchtung von Bauplätzen und für die dekorative Beleuchtung von Straßen und das Anstrahlen von Gebäuden und Denkmälern eingesetzt werden.
Wenn die Straßenleuchten erhalten geblieben sind, kann das Beleuchtungsnetz durch den Anschluß der Leuchtengruppen über ein provisorisches Kabel an Verteilertafeln von naheliegenden Gebäuden oder an in Betrieb befindliche Haustransformatorenstationen wiederhergestellt werden.
Wenn das stationäre Netz nicht genutzt werden kann, wird der Arbeitsplatz mit tragbaren Leuchten oder Scheinwerfern beleuchtet, die an Masten oder Pfählen angebracht werden. In der Ausrüstung der Rettungsformationen der Zivilverteidigung sollten Beleuchtungssätze, Kabel, Stative oder zerlegbare Maste vorhanden sein, die mit Kraftfahrzeugen zum Arbeitsplatz transportiert werden.
Die Verkehrsschilder können mit Leuchtfarbe gestrichen werden, die ihre Erkennbarkeit bei Nacht deutlich verbessert.

9.5. Kleinmechanisierung der Instandsetzungsarbeiten

Es gibt eine ganze Anzahl von Arbeiten, für die bisher noch keine Maschinen eingesetzt werden können und die von Hand ausgeführt werden müssen. Jedoch tauchen mit jedem Jahr immer mehr Werkzeuge und Vorrichtungen auf, die manuelle durch mechanische Arbeit ersetzen. Die Notwendigkeit, diese Mittel bei den Instandsetzungsarbeiten maximal einzusetzen, wird durch folgende Gründe hervorgerufen.
Erstens ist es bei Massenverschüttungen der Durchfahrten und Straßen

in einem Wirkungsherd nicht immer möglich, schwere Maschinen und Technik (Traktoren, Bulldozer usw.) schnell zu den Arbeitsplätzen zu bringen. In diesen Fällen müssen zur Beschleunigung der Arbeiten leicht transportierbare Mittel der Kleinmechanisierung, die sich in der Ausrüstung der Formationen befinden sollten, angewendet werden.
Zweitens kann unter den komplizierten Bedingungen der Durchführung der Instandsetzungsarbeiten nicht immer die Front der Arbeiten mit Maschinen und Technik sichergestellt werden, während andererseits in einigen Fällen ihr Einsatz infolge der geringen Produktivität eindeutig unzweckmäßig sein wird. Solche Bedingungen können auftreten bei der Beseitigung der Trümmer von Gebäuden aus Stahlbetonmontageteilen, deren zerstörte Teile eine große Menge an Bewehrung enthalten, beim Anlegen von Gassen und Durchfahrten in Verschüttungen mit Elementen von Holzkonstruktionen, die nicht nur herausgezogen, sondern auch zersägt bzw. getrennt werden müssen, sowie in vielen anderen Fällen.
Alle in der Volkswirtschaft und im Bauwesen verwendeten Mittel der Kleinmechanisierung, die auch bei Instandsetzungsarbeiten verwendet werden, können in Hebezeuge, Elektrowerkzeuge mit Dreh- und Dreh-Schlagwirkung, Druckluftwerkzeuge, pyrotechnische Werkzeuge, Metallschneidwerkzeuge und Werkzeuge für Elektroinstallationsarbeiten eingeteilt werden.
Zu den Hebezeugen gehören Schrauben-, Zahnstangen- und hydraulische Winden, Montageblöcke, Rollen-, Hand- und Elektroflaschenzüge sowie Handtrommel- und Hebelseilwinden.
Elektrowerkzeuge mit Drehwirkung sind der am meisten verbreitete Typ von Universalwerkzeugen. Zu dieser Gruppe gehören elektrische Bohrmaschinen, Elektroschrauber, Elektrosägen u. a. Sie werden für das Bohren von Metall und Baustoffen, das Festschrauben und Lösen von Muttern und das Schneiden von Holz verwendet. Elektrowerkzeuge mit Dreh-Schlagwirkung (Elektrohammer, Elektrobohrer) werden vor allem für die Instandsetzung und Wiederherstellung von Rohrleitungen mit kleinem Durchmesser und der Rohrleitungsanlagen sowie zum Durchbrechen von Öffnungen in die Wände und Decken von Schutzräumen für deren Versorgung mit Frischluft und Wasser benötigt.
Druckluftwerkzeuge (Bohr- und Abbauhammer) werden für die Ausführung verschiedenartiger Arbeitsgänge eingesetzt. Sie besitzen eine Reihe von Vorzügen gegenüber den Elektrowerkzeugen: Leichtigkeit, einfache Konstruktion, Zuverlässigkeit und relative Sicherheit bei der Arbeit.
Pyrotechnische Werkzeuge, die die Energie von Explosionspulvergasen ausnutzen, werden für das Schießen von Öffnungen in Betonhohlplatten der Decken, für das Einschießen von Dübeln, das Anwürgen von Kabelschuhen und für andere Arbeiten verwendet. Zu diesen Werkzeugen gehören Bau- und Montagepistolen, Schlagschußgeräte und pyrotechnische Würgevorrichtungen. Für das Schneiden von Metall, Draht und Bewehrung werden verschiedene Typen von Autogen- und Elektroschweißgeräten, hydraulische und mechanische Scheren usw. verwendet.

Bei Elektroinstallationsarbeiten werden Werkzeuge und Vorrichtungen für die Bearbeitung der Leiter (Zangen zum Abisolieren, zum Verpressen und Verbinden von Leitern, Werkzeuge für die Montage der Verdrahtung, Rohrschneider), Vorrichtungen für das Einziehen von Leitern in Rohrleitungen sowie Werkzeuge für die Installation von Kabeln und elektrotechnischer Ausrüstung in großer Zahl angewendet.
Für das Bohren von Löchern in Stahlbetonkonstruktionen und dicke Ziegelmauern werden Bohrhämmer verschiedener Typen (Druckluftbohrhämmer) verwendet. Bei weicheren Materialien, z. B. in Verschüttungen, wo Erdreich, Schotter, Ziegel, Holz usw. vermischt sein können, werden leistungsfähigere Elektrobohrer eingesetzt. Wenn kein offenes Feuer vorhanden ist, können effektiv Sauerstofflanzen verwendet werden. Um jedoch mit der Fackel die im Schutzraum befindlichen Menschen nicht zu verbrennen, müssen die letzten Zentimeter der Öffnung vorsichtig angegangen oder mit einem Brecheisen durchgeschlagen werden.
In der Volkswirtschaft, besonders im Bauwesen und in der Landwirtschaft, haben Werkstattwagen der unterschiedlichsten Zweckbestimmung mit verschiedenartiger Ausrüstung, Gerät und Werkzeugen große Verbreitung gefunden. In Küstengebieten verfügen die Schwimmdocks, schwimmenden Werkstätten und viele Schiffe über leistungsfähige Energieerzeugungsanlagen, Maschinen-, Schweiß- und andere Ausrüstung sowie über verschiedenes Decksgerät, wie Krane, Seilwinden, Lade- und Ankerwinden.
Alle diese und auch beliebige andere Mittel und Möglichkeiten, die die Ausführung der unaufschiebbaren Instandsetzungsarbeiten beschleunigen und erleichtern können, müssen ausfindig gemacht und im Wirkungsherd eingesetzt werden.

Anlage

Rahmennormen für einige Arten der Instandsetzungsarbeiten an den Netzen und Anlagen der städtischen Kommunal- und Energieversorgungswirtschaft und für das Beräumen von Verschüttungen

A. An den Netzen und Anlagen der Wasserversorgung und Kanalisation und an Gasleitungen

Lfd. Nr.	Art der Arbeit	Durchmesser der Rohre, Schieber und Kontrollschächte, mm	Anzahl der Arbeitskräfte	Zeitnorm, h
1	2	3	4	5
1.	Schließen (Öffnen) von Absperrschiebern an Wasserleitungsnetzen ohne Einsatz der an Kfz angebauten Spezialvorrichtungen	125–500 600–900	3 4	0,3–1,5 1,5–3
2.	Schließen (Öffnen) des Absperrschiebers an einer Wasserleitungseinführung	–	3	0,3–0,5
3.	Behebung von Havarien am Wasserleitungsnetz:			
	– durch Anbringen einer Schelle	200–500 600–900	3 5	1–5 6–10
	– durch Anbringen einer Muffe	200–500	3	1,5–2
	– durch Einsetzen eines Formstückes	100–250 300–500	3 3	2–3 4–5
	– durch Abdichten der Muffe eines gußeisernen Rohres mit Zement oder Asbestzement	150–250 300–500	3 3	0,5–2,5 2–5
	– durch Ausbessern der Verstemmung	75–125 300–500	3 3	0,5–1 1,5–2

1	2	3	4	5
	der Muffe eines gußeisernen Rohres unter Druck beim Auftreten von Undichtheiten	100–1200	4	3–6
4.	Auswechseln von beschädigten gußeisernen oder Asbestzementrohrstücken einer Wasserleitung (für ein Rohrstück)	100–250 300–500 über 500	3 4 4	3–5 4–8 6–10
5.	Absperren des Kanalisationsnetzes durch Einsetzen eines Holzpfropfens in das Rohr in einem Kontrollschacht der Kanalisation	–	3	1–1,5
6.	Demontage eines beschädigten Betonschachtes	700–1000	3–4	3–4
7.	Errichtung einer provisorischen Wasserabflußrinne aus Brettern (für 100 lfd. m Rinne)	–	2	3–5
8.	Öffnen (Schließen) eines Absperrschiebers an einer Mittel- bzw. Hochdruckgasleitung aus Stahl	150–300 300–500 über 500	2 2 3	0,5 1–1,5 1,5–2
9.	Beseitigung des unkontrollierten Gasaustrittes an Niederdruckgasleitungen durch zeitweiliges Absperren des beschädigten Abschnittes mittels Einsatz einer Gummiblase, Auswechseln des beschädigten Gasleitungsabschnittes und Anbringen einer Verstärkungsmuffe	100 100–300 300–500 über 500	3 3 3 3	1–1,5 1,5–2 2–2,5 2,5–3
10.	Beseitigung des unkontrollierten Gasaus-	100–300 300–500	4 4	1,5–2 2–2,5

1	2	3	4	5
	trittes an Mittel- bzw. Hochdruckgasleitungen durch zeitweiliges Absperren des beschädigten Abschnittes durch Schließen der Schieber, Auswechseln des beschädigten Gasleitungsabschnittes und Anbringen einer Verstärkungsmuffe	über 500	4	2,5–3,5

B. An den Netzen und Anlagen des Elektroenergieversorgungssystems

Lfd. Nr.	Art der Arbeit	Arbeitsumfang in 10 Stunden
1	2	3
1.	Wiederherstellung eines beschädigten Umspannwerkes für 35 kV durch ein Kommando mit 50 Personen bei Ausführung folgender Arbeiten:	
	– Auswechseln von Ölschaltern des Typs WM-35	2 Stück
	– Auswechseln von Trennschaltern des Typs RLND-35	4–5 Gruppen
	– Auswechseln eines 3200/5600-kVA-Leistungstransformators	1 Stück
	– Herrichten von Kabelenden	4 Kabelenden
	– Montage von Holzböcken für Trennschalter	2 Stück
	– Einbau und Inbetriebnahme kompletter Schaltanlagenzellen für Außenanlagen (KRUN-Zellen)	2–4 Stück
	– Beräumung des Territoriums und Vorbereitung der Plätze für das Aufstellen von Ausrüstung	50–100 m^2
2.	Wiederherstellung von beschädigten 35-kV-Hochspannungsleitungen durch ein Kommando mit 35 Personen bei Ausführung folgender Arbeiten:	
	– Leitermontage an erhalten gebliebenen Masten (eine Leitung mit 3 Leitern)	6 km

1	2	3
	– Aufstellen provisorischer Holzmaste	9 Stück
	– Auswechseln beschädigter Isolatoren	25 Stück
	– Instandsetzung von Freileitungen durch Behebung von Schäden an den Masten und Auswechseln der Isolatoren	2–3 km
3.	Wiederherstellung von städtischen Kabelnetzen und -anlagen durch ein Kommando mit 60 Mann bei Ausführung folgender Arbeiten:	
	– Instandsetzung eines Kabels mit einem Querschnitt von 95–240 mm^2 mit Einsetzen eines Kabelstückes bis zu 10 m	1 Stelle
	– Auswechseln der beschädigten Ausrüstung der Zellen eines Ölschalters im Raum eines Verteilerpunktes	1 Verteilerpunkt
	– Auswechseln eines 6/10-kV-Leistungstransformators	2 Stück
	– Auswechseln einer Montageeinheit mit 5–10 Isolatoren für eine Spannung von 6...10 kV; Aufstellen von Holzmasten bis 11 m Höhe	10–12 Maste
4.	Wiederherstellung von beschädigten Kabelnetzen und -anlagen durch ein Kommando mit 60 Mann bei Ausführung folgender Arbeiten:	
	– Montage eines Leiters mit einem Querschnitt von 16–70 mm^2 auf provisorischen Holzmasten	2 km
	– Einbau einer oberirdischen Einführung	18–20 Stück

Anmerkungen:

1. Die Normen gelten für die Ausführung der Arbeiten durch technisch geschultes Personal, das ohne Mittel des individuellen Schutzes arbeitet.
2. In den Normen sind die Arbeiten zur Beseitigung von Trümmern nicht berücksichtigt; ebenso ausgeklammert ist die Zeit für das Suchen der Havariestellen und die Zeit für das Aufsuchen des Arbeitsplatzes.
3. Die Punkte 3, 9 und 10 des Abschnittes A schließen nicht die Erdarbeiten zum Ausheben der Gräben und Gruben am Ort der beschädigten Rohrleitungen ein.

Rahmennormen für die Beseitigung von Trümmern

Art der Arbeit	Arbeitsumfang	Zeitnorm	
		Maschinenstunden	Mannstunden
Beräumen einer Verschüttung für das Passieren von Technik mit dem Traktor S-100 oder T-140 mit Planiereinrichtung	100 m^3	2	–
Anlegen einer 6 m breiten Überfahrt über eine Verschüttung mit einem Traktor S-100 oder T-140 mit Planiereinrichtung	1 000 m^3	2,5	–
Beseitigen von Trümmern mit Hilfe eines Mobildrehkranes mit einer Hebekraft von 10...12 t mit Verladung auf Transportfahrzeuge	10 t	0,33	0,66
Zerkleinern von großformatigen Stahlbeton- und Betonkonstruktionen mit Abbauhämmern und Betonbrechern beim Arbeiten mit Kompressorstation	1 m^3	2	5–10
Schneiden von Bewehrung und Konstruktionen mit dem Kerosinschneidbrenner	100 Schnitte	–	2,1–6

Anmerkung:
Das Zerkleinern (Trennen) der Konstruktion durch Sprengen erhöht die Arbeitsproduktivität 7- bis 10fach.

Literaturverzeichnis

Altunin, A. T. Formirovanija graždanskoj oborony v bor'be so stichijnymi bedstvijami. Moskva: Strojizdat, 1978. (Die Formationen der Zivilverteidigung bei der Bekämpfung von Naturkatastrophen, Berlin 1981).

Aksel'rod, L. S.; Lancberg, Ju. S. Inženernoe blagoustrojstvo i oborudovanie žilych mikrorajonov. Moskva: Strojizdat, 1965. (Ingenieurtechnischer Ausbau und Ingenieurausrüstung von Mikrowohnrayons).

Andrijevskij, V. N. Vremennye opory linij ėlektroperedač. Moskva: «Ėnergija», 1966. (Behelfsmaste von Elektroenergieübertragungsleitungen).

Breżnev, V. I. Technika bezopasnosti i protivopožarnaja technika v vodoprovodno-kanalizacionnom chozjajstve. Moskva: Strojizdat, 1971. (Arbeits- und Brandschutz in der Wasserversorgungs- und Abwasserwirtschaft).

Baranov, A. A. Obespečenie ustojčivosti raboty ob''ektov narodnogo chozjajstva v voennoe vremja. Moskva: Atomizdat, 1970. (Die Gewährleistung der Standhaftigkeit der Objekte der Volkswirtschaft im Krieg).

Volkov, I. D.; Uljanovskij, B. Ja.; Civilev, M. P. Inženerno-spasatel'nye raboty v očage jadernogo poraženija. Moskva: Strojizdat, 1964. (Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd).

Gordjuchin, A. I. Gazooborudovanie žilych domov i promyšlennych predprijatij. Moskva: Strojizdat, 1965. (Die Gasanlagen von Wohnhäusern und Industriebetrieben).

Grabovoj, I. D. Dejstvija vojsk v uslovijach massovych požarov. Moskva: Voenizdat, 1969. (Die Handlungen der Truppen bei Massenbränden).

Zivilverteidigung der UdSSR. Bor'ba s požarami na ob''ektach narodnogo chozjajstva v uslovijach jadernogo poraženija. Moskva: Voenizdat, 1973. (Die Bekämpfung von Bränden in den Objekten der Volkswirtschaft bei Wirkungen von Kernwaffen).

Dejstvie jadernogo oružija. Übersetzung aus dem Englischen. Moskva: Voenizdat, 1965. (Die Wirkung von Kernwaffen).

Durikov, A. P. Ocenka radiacionnoj obstanovki na ob''ektach narodnogo chozjajstva. Moskva: Voenizdat, 1975. (Die Beurteilung der Kernstrahlungslage in den Objekten der Volkswirtschaft).

Ermilov, A. A. Ėlektrosnabženie promyšlennych predprijatij. Moskva: «Ėnergija», 1965. (Die Elektroenergieversorgung von Industriebetrieben).

Ivanov, A. I.; Naumenko, I. A.; Pavlov, M. P. Raketno-jadernoe oružie i ego poražajuščee dejstvie. Moskva: Voenizdat, 1970. (Die Raketen-Kernwaffen und ihre Vernichtungswirkung).

Il'jašov, A. S. Special'nye voprosy architekturno-stroitel'nogo pro-

ektirovanija. Moskva: Strojizdat, 1977. (Spezialfragen der Bauprojektierung).
Kammerer, Ju. Ju.; Charkevič, A. E. Ėkspluatacija ubežišč graždanskoj oborony. Moskva: Strojizdat, 1970. (Die Nutzung von Schutzräumen der Zivilverteidigung).
Kozlov, V. A. Ėlektrosnabženie gorodov. Moskva: «Ėnergija», 1966. (Elektroenergieversorgung von Städten).
Krylov, A. N.; Juchimenko, V. G.; Posobie po protivopožarnoj službe graždanskoj oborony. Moskva: Strojizdat, 1974. (Handbuch über den Brandschutzdienst der Zivilverteidigung).
Kuznecov, Ju. V.; Ščebetnevskij, V. N.; Trusov, A. G. Osnovy dezaktivacii vody. Moskva: Atomizdat, 1968. (Grundlagen der Entaktivierung von Wasser).
Listvinov, Ju. N. Obyčnoe oružie v jadernom veke. Amerikanskie koncepcii vedenija lokal'nych vojn. Moskva: «Meždunarodnye otnoženija», 1975. (Die herkömmlichen Waffen im nuklearen Zeitalter. Amerikanische Konzeptionen zur Führung von lokalen Kriegen).
Loginov, V. S.; Kašakovskaja, E. A.; Chitrova, M. I. Plastmassovye gazoprovody. Moskva: «Nedra», 1970. (Gasleitungen aus Kunststoffen).
Michno, E. P. Vosstanovlenie razrušennych sooruženij. Moskva: Voenizdat, 1974. (Die Wiederherstellung von zerstörten Bauwerken).
Nečaev, M. A. Technika bezopasnosti v gazovom chozjajstve promyšlennych predprijatij. Moskva: «Nedra», 1965. (Arbeitsschutz bei der Gasversorgung von Industriebetrieben).
Otkidac, A. A.; Ulanovskij, B. Ja. Sredstva i sposoby tušenija požarov v očage jadernogo poraženija. Moskva: Strojizdat, 1968. (Mittel und Methoden des Löschens von Bränden in einem Kernwaffenwirkungsherd).
Ponikarov, N. D.; Čumakov, V. I.; Durikov, A. P. Čto neobchodimo znat' o jadernom oružii i zaščite ot nego. Moskva: Atomizdat, 1965. (Was man über die Kernwaffen und den Schutz vor Kernwaffen wissen muß).
Promyslov, V. F. Razvitie industrial'nogo stroitel'stva v Moskve. Moskva: Strojizdat, 1967. (Die Entwicklung des Industriebauwesens in Moskau).
Pravila bezopasnosti v gazovom chozjajstve. Moskva: «Nedra», 1970. (Sicherheitsbestimmungen in der Gasversorgung).
Pravila bezopasnosti pri ėkspluatacii vodoprovodno-kanalizacionnych sooruženij. Moskva: Strojizdat, 1970. (Sicherheitsbestimmungen beim Betrieb von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen).
Pravila techniki bezopasnosti pri obsluživanii teplovych setej. Moskva: «Ėnergija», 1966. (Arbeitsschutzbestimmungen bei der Wartung von Wärmeversorgungsnetzen).
Pravila techničeskoj ėkspluatacii ėlektričeskich stancij i setej. Moskva: «Ėnergija», 1968. (Bestimmungen für den technischen Betrieb von Kraftwerken und elektrischen Netzen).
Tarasov-Agalakov, N. A.; Popovskij, A. Ju. Tušenie požarov v jadernom očage poraženija. Moskva: Verl. DOSAAF, 1965. (Das Löschen von Bränden in einem Kernwaffenwirkungsherd).
Falkovskaja, L. N. Organizacija vodosnabženija naselennych punktov,

postradavšich ot oružija massovogo poraženija. Moskva: Strojizdat, 1964. (Die Organisation der Wasserversorgung von Ortschaften, gegen die Massenvernichtungsmittel eingesetzt wurden).

Civilev, M. P.; Nikanorov, A. A.; Osadčenko, I. M.; Kudrjavcev, V. M. Inženernye raboty v očage jadernogo poraženija. Moskva: Voenizdat, 1968. (Ingenieurarbeiten in einem Kernwaffenwirkungsherd).

Civilev, M. P.; Nikanorov, A. A.; Suslin, B. M. Inženerno-spasatel'nye raboty. Moskva: Voenizdat, 1975. (Bergungs- und Instandsetzungsarbeiten).

Škinev, A. N. Avarii na stroitel'nych ob''ektach, ich pričiny i sposoby preduprеždenija i likvidacii. Moskva: Strojizdat, 1966. (Havarien in Bauobjekten, ihre Ursachen und Methoden der Verhütung und Behebung).

Šuvalov, M. G. Osnovy požarnogo dela. Moskva: Strojizdat, 1971. (Grundlagen der Brandbekämpfung).